

Inaugural–Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Effekte der Fleckvieh- Rückkreuzung auf Fruchtbarkeit und Gesundheit

von Dominik Albert Diepold

aus Dachau

München 2019

Aus dem Lehr- und Versuchsgut der Tierärztlichen
Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

Arbeit angefertigt unter der Leitung von
Prof. Dr. Armin M. Scholz

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Reinhard K.
Straubinger, Ph.D.

Berichterstatter: Prof. Dr. Armin M. Scholz

Korreferent: Priv.-Doz. Dr. Ivica
Medugorac

Tag der Promotion: 25. Februar 2019

Meiner

Ehefrau Magdalena

und

meinen Eltern

A. Inhaltsverzeichnis

A. Inhaltsverzeichnis

B. Abbildungsverzeichnis

C. Tabellenverzeichnis

D. Abkürzungsverzeichnis

I.	Einleitung	1
II.	Literatur	8
1.	Tierzucht.....	8
1.1	Genetische Grundlagen	8
1.2	Milchrinderzucht allgemein	14
1.3	Zuchtziele für Milchrinder – Funktionalität versus Milchleistung.....	22
1.4	Bevorzugte Rassen für die Zucht von Milchrindern.....	28
2.	Fruchtbarkeit.....	34
2.1	Allgemeines	35
2.2	Erstkalbealter.....	40
2.3	Rastzeit	41
2.4	Güstzeit	43
2.5	Zwischenkalbezeit.....	44
3.	Gesundheit.....	45
3.1	Gesundheit versus Milchleistung	45
3.2	Gesundheitsparameter	48
III.	Material und Methoden	50

1.	Allgemeines	50
1.1	Versuchsbetrieb.....	50
1.2	Versuchszeitraum	50
1.3	Versuchstiere.....	50
1.4	Haltungssystem	56
1.5	Melken	59
1.6	Brunstbeobachtung/Besamung	60
1.7	Stallarbeit	61
1.8	Trockenstellen	62
1.9	Fütterung.....	62
2.	Statistische Methoden.....	65
2.1	Allgemeines	65
2.2	Modelle	66
IV.	Ergebnisse.....	70
1.	Fruchtbarkeit.....	70
1.1	Erstkalbealter.....	70
1.2	Rastzeit	73
1.3	Güztzeit	78
1.4	Zwischenkalbezeit.....	83
2.	Gesundheit	88
2.1	Behandlungshäufigkeit bei verschiedenen Fleckvieh-Genanteilen	89
2.2	Behandlungshäufigkeit verschiedener Organsysteme bzw. Behandlungsgebiete insgesamt	91

2.3	Behandlungshäufigkeit in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil in Bezug auf die verschiedenen Organsysteme bzw. Behandlungsgebiete	94
2.4	Abgangsalter und Laktationsmilchleistung im Abgangsjahr.....	110
V.	Diskussion	115
1.	Fruchtbarkeit.....	115
1.1	Erstkalbealter	116
1.2	Rastzeit.....	117
1.3	Güstzeit	119
1.4	Zwischenkalbezeit.....	122
2.	Gesundheit	125
2.1	Behandlungshäufigkeit von Kühen verschiedener Fleckvieh-Genanteile	125
2.2	Behandlungshäufigkeit verschiedener Organsysteme bzw. Behandlungsgebiete insgesamt.....	127
2.3	Behandlungshäufigkeit der verschiedenen Fleckvieh-Genanteil-Gruppen in Bezug auf die verschiedenen Organsysteme bzw. Behandlungsgebiete im Vergleich zu reinen Deutschen-Holstein-Kühen.....	129
VI.	Zusammenfassung	134
VII.	Summary.....	139
VIII.	Literaturverzeichnis	144
IX.	Danksagung.....	158

B. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Darstellung von Heterosis.....	12
Abbildung 2: Veranschaulichung von Allelwirkungen (nach Baumung 2005).....	13
Abbildung 3: Skizze Stall	57
Abbildung 4: Erstkalbealter in Bezug auf Fleckvieh-Genanteil (LSM \pm SEE)	72
Abbildung 5: Erstkalbealter in Bezug auf das Geburtsjahr (LSM \pm SEE).....	73
Abbildung 6: Rastzeit in Bezug auf Fleckvieh-Genanteil (LSM \pm SEE)	75
Abbildung 7: Rastzeit in Bezug auf Laktationsnummer (LSM \pm SEE)	76
Abbildung 8: Rastzeit in Bezug auf Kalbejahr (LSM \pm SEE)	77
Abbildung 9: Rastzeit in Bezug auf die Abkalbesaison (LSM \pm SEE).....	78
Abbildung 10: Gstzeit in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (LSM \pm SEE)	80

Abbildung 11: Güstzeit in Abhängigkeit zur Laktationsnummer (LSM \pm SEE)	81
Abbildung 12: Güstzeit in Bezug auf das Kalbejahr (LSM \pm SEE)	82
Abbildung 13: Güstzeit in Bezug auf Abkalbesaison (LSM \pm SEE).....	83
Abbildung 14: Zwischenkalbezeit in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (LSM \pm SEE)	85
Abbildung 15: Zwischenkalbezeit in Abhängigkeit von der Laktationsnummer (LSM \pm SEE)	86
Abbildung 16: Zwischenkalbezeit in Abhängigkeit vom Kalbejahr (LSM \pm SEE)	87
Abbildung 17: Zwischenkalbezeit in Abhängigkeit von der Abkalbesaison (LSM \pm SEE)	88
Abbildung 18: Gesamtübersicht behandelter Kühe nach Fleckvieh-Genanteil (%).....	91
Abbildung 19: Behandlungshäufigkeit (in %) der Organsysteme bzw. Behandlungsgebiete.....	93
Abbildung 20: Erkrankungen des Atmungsapparats in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (%)	95
Abbildung 21: Erkrankungen des Bewegungsapparats in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (%)	96

Abbildung 22: Erkrankungen des Euters in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (%).....	98
Abbildung 23: Geburtshilfe in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (%).....	99
Abbildung 24: Gynäkologische Erkrankungen in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (%)	100
Abbildung 25: Erkrankungen der Haut, Unterhaut und Haare in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (%)	102
Abbildung 26: Erkrankungen von Hörner und Schwanz in Abhängigkeit vom Fleckviehgenanteil (%)	103
Abbildung 27: Klauenbehandlungen in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (%).....	104
Abbildung 28: Erkrankungen von Kreislaufapparat und Blut in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (%)	105
Abbildung 29: Behandlungen von Stoffwechsel- und Mangelkrankheiten in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (%).....	107
Abbildung 30: Behandlungen des Verdauungsapparates in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (%)	108
Abbildung 31: Behandlungen von ZNS-Erkrankungen, von Sinnesorganen und Verhaltensstörungen in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (%).....	109

Abbildung 32: Abgangsalter in Abhängigkeit der Abkalbesaison.....	111
Abbildung 33: Abgangsalter in Bezug auf Fleckvieh- Genanteil (% fv)	112
Abbildung 34: Laktationsmilchleistung im Abgangsjahr in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (% fv)	114

C. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenfassung der Versuchstiere nach Fleckvieh-Genanteilen (Fv = Deutsches Fleckvieh).....	51
Tabelle 2: Anzahl und Prozentsatz der Kühe mit verschiedenen Fleckvieh-Genanteilen (% Fv) bezüglich des Erstkalbealters.....	52
Tabelle 3: Anzahl und Prozentsatz der Kühe mit verschiedenen Fleckvieh-Genanteilen (% Fv) bezüglich Rast-, Güst- und Zwischenkalbezeit.....	53
Tabelle 4: Anzahl und Prozentsatz aller Rinder nach Fleckvieh-Genanteilen (%Fv) bezüglich Gesundheitsdaten	55
Tabelle 5: Zusammensetzung der Futtermittel in % Frischmasse	64
Tabelle 6: Varianzanalyse der fixen Effekte für das Erstkalbealter	71
Tabelle 7: Varianzanalyse der fixen Effekte für die Rastzeit.....	74
Tabelle 8: Varianzanalyse der fixen Effekte für die Güstzeit...	79
Tabelle 9: Varianzanalyse der fixen Effekte für die Zwischenkalbezeit	84

Tabelle 10: Varianzanalyse der fixen Effekte für das Abgangsalter.....	110
Tabelle 11: Varianzanalyse der fixen Effekte bzw. der Kovariable Laktationstage für die Laktationsleistung im Abgangsjahr.....	113

D. Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AMS	Automatisches Melksystem
BZfE	Bundeszentrum für Ernährung
DGFZ	Deutsche Gesellschaft für Züchtungskunde
DH	Deutsche Holsteins
Fv/fv	Fleckvieh
GZ	Güstzeit
HF	Holstein Friesian
Lakt_Nr	Laktationsnummer
LSM	Least Squares Mean
LMU	Ludwig-Maximilians-Universität
LVG	Lehr- und Versuchsgut
MLP	Milchleistungsprüfung
NEB	negative Energiebilanz
RZ	Rastzeit
RZG	Relativzuchtwert Gesamt
SAS	Statistical Analysis System
SEE	Standard Error of Estimation
StMELF	Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
TMR	total mixed ration/Totale Mischration

VIT	Vereinigtes Informationssystem Tierhaltung
ZKZ	Zwischenkalbezeit
ZNS	Zentrales Nervensystem

I. Einleitung

Bestrebungen, durch unmittelbare züchterische Einflussnahme Eigenschaften landwirtschaftlicher Nutztiere zu verbessern und Leistungssteigerungen, beispielsweise in der Milch- und Fleischproduktion, hervorzubringen, haben in Deutschland und Europa eine lange Tradition. So erläuterte Schlipf bereits (1898, 330) in seinem Handbuch der Landwirtschaft: „Die von Grundsätzen ausgehende und nach bestimmten Zielen strebende Paarung der Tiere nennt man Züchtung.“ Er definierte mit der Reinzucht und der Kreuzungszucht die maßgeblichen Zuchtmethoden bzw. Züchtungsformen der damaligen Zeit bei den landwirtschaftlich genutzten Kulturrassen. Insbesondere das Kreuzen von Tieren verschiedener Rassen diene nach Auffassung des genannten Autors und Herausgebers dazu, deren positive Leistungsmerkmale zu vereinen. Hierdurch würden geringe Eigenschaften und Leistungen eines Stammes verdrängt, welche den Zeitansprüchen nicht mehr genügen. Durch diese „Veredelungskreuzung“ ringe sich die Tierzucht zu einem höheren Standpunkt hervor und gelange schließlich durch konsequente Benutzung und Auswahl der vorzüglichsten und leistungsfähigsten Individuen zu dem tierzüchterischen Endziel, „dem Vollblut“, wird von Schlipf (1898) dazu weiter ausgeführt. Schon damals war allerdings festgestellt worden, dass bei fortgesetzter „Mischlingszucht“ auch wieder „fehlerhafte“ Eigenschaften bei landwirtschaftlichen Nutztieren auftreten, was durch „Blutauffrischung“, das heißt Zuchtverwendung reinrassiger Originaltiere mit besseren Eigenschaften, behoben werden könne. Insoweit machte Schlipf (1898, 330/331) bereits damals auf ein mögliches Erfordernis zur Rückkreuzung

aufmerksam, um fehlerhafte Eigenschaften abzustellen und züchterischen Fortschritt zu gewährleisten.

Bekannt war bereits zu dieser Zeit, so Schlipf (1898, 346), dass Kühe der westeuropäischen Niederungsrassen sich allgemein durch hohe Milchleistung auszeichnen. So könne eine gute Holländer Kuh im Jahr 3.300 bis 4.000 Liter Milch geben, von der 28 bis 32 Liter 1 kg Butter liefern. Dagegen wäre für Alpenlandrassen (rote oder rotgefleckte bzw. schwarz und weiß gefleckte Kühe) ein höherer Fettgehalt bei geringerer Milchmenge, aber eine bessere Fleischleistung charakteristisch. In neuerer Zeit, so ist bei Schlipf (1898) weiter zu lesen, würden Jersey-Kühe aus England für butterproduzierende Landwirtschaftsbetriebe sehr empfohlen, da deren Milch 5 % Butterfett enthalte und der Milchertrag bei 2.500 bis 3.000 Liter jährlich liege. Das englische Durham-Rind (Shorthorn) soll wegen seiner vorzüglichen Fleischbeschaffenheit damals große Aufmerksamkeit in Deutschland erregt haben; insbesondere seine Frühreife und günstige Futterverwertung bei guter Mastzunahme mache diese Rinderrasse für Mastbetriebe sehr geeignet.

Insoweit sind die Bestrebungen der damaligen Tierhalter, Züchter und Wissenschaftler, Verbesserungen der Leistungsfähigkeit der Rinderbestände durch aktive züchterische Einflussnahme und Zuchtfortschritt zu erreichen, mit den heutigen Anstrengungen auf diesem Tätigkeitsfeld inhaltlich durchaus vergleichbar, wenn auch die praktischen Umsetzungsmöglichkeiten damals selbstverständlich noch beschränkt waren.

Swalve et al. (2008) sahen beim Milchrind, bis auf wenige Ausnahmen, in der Reinzucht das alles beherrschende Zuchtverfahren. Nach ihrer Auffassung sind die Gründe hierfür vornehmlich biologischer Natur und maßgeblich

durch die sehr geringe Reproduktionsrate und das lange Generationsintervall bei Rindern geprägt. Darüber hinaus spreche der relativ hohe Wert des einzelnen Tieres, das gleichzeitig als Produktions- und Zuchttier fungiere, gegen die breite Einführung der Kreuzungszucht bei Milchrindern, argumentierten die genannten Autoren. Außerdem wäre mit der Rasse Holstein bereits eine überlegene Hochleistungsrasse für die Milchproduktion vorhanden und ebenbürtige Kreuzungspartner anderer Rassen wären kaum zu finden, so Swalve et al. (2008).

Andererseits räumten die genannten Autoren aber ein, dass bei Hochleistungsmilchkühen und in den entsprechenden Herden vieler Betriebe Probleme mit der Fitness und der Funktionalität auftreten und mit dem Heterosiseffekt von Kreuzungen gerade in Bezug auf das Merkmal Fitness ein möglicher Lösungsweg vorhanden wäre. Bei ihrer Schilderung der Ergebnisse der Kreuzungszucht beim Milchrind aus einem Praxisbetrieb nannten Swalve et al. (2008) als wichtigen Beweggrund für die Entscheidung zur Einkreuzung die auf konventionellem Wege sonst nur schwer zu erreichende Verbesserung funktioneller Merkmale der Milchkühe. Gerade bei solchen mit niedriger Heritabilität sollte es durch Kreuzungszucht möglich sein, deutliche Verbesserungen zu erreichen. Entsprechend beginnen auch in Deutschland agierende Rinderzuchtunternehmen wie z.B. CRV die Kreuzungszucht – in dem Fall mit drei Rinderrassen – zu propagieren (<http://www.procross.info/de>, 02.07.2018).

Nach Mertens et al. (2011) gewinnen in der Milchrindzucht funktionale Merkmale wie Fruchtbarkeit, Gesundheit, Melkbarkeit und Nutzungsdauer wegen der immensen Leistungsanforderungen und des starken Kostendrucks immer mehr an Bedeutung. Die genannten Autoren wiesen

darauf hin, dass es mittels verschiedener Verfahren der Kreuzungszucht möglich sei, unter Nutzung von Heterosis- und Rekombinationseffekten sowie der Variation zwischen den einzelnen Rassen die genetische Basis für diese funktionalen Merkmale zielgerichtet und effizient zu verbessern. Dies dürfte auch der Grund dafür sein, dass in Sachsen der Anteil der Kreuzungstiere unter den milchleistungsgeprüften Kühen zwischen 1993 und 2009 von weniger als 1 % auf mehr als 10 % zugenommen hat, wie Mertens et al. (2011) berichteten. Insbesondere in den Bereichen Gesundheit und Reproduktion sahen die genannten Autoren Handlungsbedarf in der Holsteinzucht. Noch vor wenigen Jahren äußerte sich Ulbricht (2016) zum Stand der Deutschen Holsteinzucht unter Hinweis auf bestehende Defizite in der Fruchtbarkeit und Gesundheit kritisch.

Martens (2012) wies aus der Sicht eines Veterinärphysiologen kritisch darauf hin, dass die primäre Selektion auf hohe Milchleistung zur unerwünschten Nebenwirkung einer kürzeren Nutzungsdauer geführt habe. Die Gesundheit von Hochleistungskühen sei gefährdet durch das Risiko, an Milchfieber, Ketose, Leberverfettung, Nachgeburtsverhaltung, Metritis, Mastitis, Lahmheiten, Fruchtbarkeitsstörungen und Labmagenverlagerung zu erkranken und somit vorzeitig aus dem Produktionsprozess auszuschcheiden. Nach Auffassung des genannten Autors ist die Diskrepanz zwischen Energiebedarf und Futteraufnahme in der frühen Laktation ursächlich für eine ausgeprägte und langandauernde negative Energiebilanz (NEB) und entsprechenden Folgeerscheinungen bzw. -erkrankungen bei betroffenen Kühen.

Nach herrschender wissenschaftlicher und züchterischer Auffassung sollten sich aus den Verbesserungen der

genetischen Basis der Kreuzungsnachkommen und einer Gewährleistung der erforderlichen Rahmenbedingungen bei Haltung, Fütterung, Gesundheits- und Fruchtbarkeitsmanagement letztlich auch die prognostizierten Leistungssteigerungen einstellen.

Diesen Ansatz verfolgten in erfolgreichen Promotionsarbeiten an der Ludwig-Maximilians-Universität München bereits Schichtl, Verena (2007) zum Thema *Einfluss der Kreuzung von Deutschen Holsteins und Deutschem Fleckvieh auf Milchleistung, Milchqualität und allgemeine Gesundheitsmerkmale in einem automatischen Melksystem.*, sowie Brähmig, Jens. (2011) zum Thema *Einfluss der Wechselkreuzung von Deutschen Holsteins und Deutschem Fleckvieh auf Milchleistung und Milchqualität in einem automatischen Melksystem.*

Hintergrund der Arbeiten von Schichtl (2007) und Brähmig (2011) war die wissenschaftlich fundierte Annahme, dass durch die Einkreuzung von Fleckvieh die hohe Milchleistung von Holstein-Kühen mit den erforderlichen Verbesserungen der Gesundheits-, Fitness- und Funktionsmerkmale verbunden werden könne. Für die Auswertung der Züchtungsergebnisse zogen beide Autoren jeweils Merkmale bzw. Leistungsparameter der F1-Generation heran und verglichen dabei auch die verschiedenen Kreuzungsstufen. Schichtl (2007) stellte dabei unter anderem fest, dass eine Fleckvieh-Einkreuzung zu besserer Eutergesundheit im Vergleich zu Deutschen Holsteins führte. Gerade Eutererkrankungen stellen aber eine der maßgeblichen Abgangsursachen in den Milchviehhaltungsbetrieben dar.

Die weitergehende wissenschaftlich-züchterische Arbeit mit dem Milchviehbestand des Lehr- und Versuchsgutes Oberschleißheim soll in der vorliegenden Arbeit dahingehend untersucht und bewertet werden, ob mit Nachkommen der o. g. Wechselkreuzungen durchgeführte

Rückkreuzungen auf bzw. mit Fleckvieh zur Stabilisierung und zu weiteren Verbesserungen der Fruchtbarkeits- und Gesundheitsparameter bei Rückkreuzungskühen führen. Die Auswahl dieser Parameter erfolgte in enger Anlehnung an die Arbeit von Schichtl (2007), da die vorliegende Arbeit gewissermaßen eine Ergänzung und Fortführung der genannten Dissertation sowie auch der Arbeit von Brähmig (2011) darstellt.

II. Literatur

1. Tierzucht

Schmidt (1983, 1219) definierte als Tierzüchtung ganz allgemein die „Zucht landwirtschaftlicher Haustiere, die auf die Vermehrung der Tierbestände, Erhöhung der Leistungen sowie Verbesserung von Gesundheit und Konstitution gerichtet ist.“ Diese Begriffsbestimmung kann auch heute noch als zutreffend angesehen werden.

1.1 Genetische Grundlagen

Die zielgerichtete Verpaarung landwirtschaftlicher Nutztiere zur Realisierung des gewünschten Zuchtfortschritts bzw. der angestrebten Leistungssteigerung beruht auf der simplen Tatsache, dass beide (ausgewählten) Elterntiere einen Einfluss auf die Eigenschaften des oder der von ihnen stammenden Jungen haben, wusste bereits Schlipf (1898). Daher müssten beide Elterntiere von schöner Körperform sein und diejenigen Leistungen zeigen, die von den Nachkommen verlangt werden. Fehler des einen Zuchttieres seien durch entsprechende normale Eigenschaften des anderen auszugleichen, so schrieb Schlipf (1898).

Inzwischen gelten die Gene als maßgebliche Strukturen der Erbanlagen (vgl. Willer 1983, 350/446). Der genannte Autor bezog sich bei der Definition des Gens (griechisch: Erbanlage, Erbfaktor) als ursprüngliche Einheit der Vererbung auf die Arbeit von Johannsen aus dem Jahr 1908 und sah das Gen als eine molekularbiologische Sequenz auf einem Desoxyribonukleinsäure- (DNS-) Molekül, die eine

Funktionseinheit bildet. Der genetische Informationsfluss verläuft gemäß Willer (1983, 446) von der Nukleinsäure der DNS zum Produkt der Genwirkung, einem Protein bzw. einer Proteinsequenz (Travers and Muskhelishvili 2015). Die Position einer Aminosäure wird dabei durch den genetischen Code bestimmt, so die genannten Autoren, die darauf verwiesen, dass die meisten Gene höherer Organismen codierende und nicht codierende Bereiche aufwiesen. Diese würden bei der Zelldifferenzierung selektiert, sodass nicht alle Zellen eines Organismus die gleiche genetische Information enthielten.

Hartmann (2010) zufolge entsteht die genetische Vielfalt der landwirtschaftlichen Nutztiere dadurch, dass jedes Individuum ca. 30.000 Gene besitzt, von denen jedes wiederum in einer Vielzahl von Allelen vorkommen kann.

Nach den Erkenntnissen der molekularbiologischen bzw. biochemischen Forschung besteht Erbgut tatsächlich im Wesentlichen aus Desoxyribonukleinsäure (DNS), die in Stücken, den Chromosomen, im Zellkern der Zellen von Eukaryoten vorliegt. Das Rind besitzt 30 diploide Chromosomenpaare, wobei jeweils ein Chromosom eines Paares von der Mutter, das andere Chromosom vom Vater stammt. In der geschlechtlichen Zellteilung der sog. Meiose kommt es während der Meiose I durch den Austausch von DNA-Abschnitten, dem sog. „Crossing-over“, zur Rekombination welches die genetische Variation erhöht. Ein Chromosomenpaar besteht also aus zwei unterschiedlichen Ein-Chromatid-Chromosomen. Einander entsprechende Abschnitte auf diesen Chromosomenpaaren enthalten die Codierung für Eiweißstoffe und Enzyme. Diese Abschnitte werden als Gene bezeichnet. Als Locus oder auch Genort wird der Ort des bestimmten Gens am Chromosom bezeichnet (Baumung 2005).

Jedes Tier besitzt aufgrund der paarigen Chromosomen somit jeweils ein väterliches (A) und ein mütterliches (B) Gen. Die unterschiedlichen Varianten eines Gens werden Allele genannt; diese können, bei nicht-additiver Genwirkung, in dominanter oder rezessiver Form auftreten. Trägt ein Tier zwei gleiche Allele (AA) an einem Genort, ist es homozygot; trägt es verschiedene (AB), ist es heterozygot. Die beiden Allele an einem Genort tragen im Zusammenspiel mit Umwelteffekten und dem „Crossing-over“ gemeinsam zum individuellen, äußeren Erscheinungsbild, dem Phänotyp und so auch der Leistung eines Lebewesens bei. Das Zusammenwirken von Allelen kann in unterschiedlicher Weise erfolgen (Baumung 2005).

Wesentliche Faktoren für die genetische Variabilität auch landwirtschaftlicher Nutztiere sind, bezugnehmend auf Gravert (1996), nach Angaben von Hartmann (2010) Mutationen, genetische Drift, Migration und Selektion. Während Mutationen über das gesamte Genom verteilt auftreten und die Basis jeder genetischen Variabilität darstellen, führt die genetische Zufallsdrift zu Allelfrequenzänderungen in einer Population, in der aufgrund ihrer Populationsgröße keine Zufallspaarungen stattfinden. Durch Drift kommt es in der Regel zum Verlust von Allelen und damit zu einer Verringerung der genetischen Varianz innerhalb einer Population. Dagegen verursacht eine genetische Drift nach Darstellung der genannten Autorin zwischen getrennten Populationen eine Diversifizierung in Form wachsender Unterschiede in den Allelfrequenzen. Die Migration, führte Hartmann (2010) weiter aus, könne im Rahmen einer gezielten Kreuzungszucht, der gezielten Migration, genutzt werden und führe bei Einsatz genetisch differenter Rassen zu erhöhtem Zuchtfortschritt.

Hartmann (2010) äußerte sich zudem kritisch im Hinblick auf die aktuelle Fokussierung auf wenige, spezialisierte und leistungsintensive Nutztierassen, sogenannte „high-output-breeds“, in der auf Maximalleistungen orientierten modernen Landwirtschaft. Dies führe zu Uniformität und eventuell zum Verlust von Diversität.

Kreuzungen von homozygot reinrassigen Elterntieren zweier verschiedener Rassen bzw. Populationen, d.h. mit identischen Genvarianten und folglich Allelen auf beiden Chromosomen, können in der F1-Generation eine positive Heterosis hervorrufen, die auf sogenannten nicht-additiven Allelwirkungen (Überdominanz, Dominanz und Epistasie) beruhen (vgl. Baumung 2005). Folglich senkt dies auch die Wahrscheinlichkeit, dass unerwünschte rezessive krankmachende, leistungs- oder fitnessmindernde Allele einer Population homozygot in der Folgegeneration auftreten. Kreuzungszucht erhöht somit den Anteil heterozygoter Genorte. Diese Kreuzungsnachkommen können, wie in Abbildung 1 dargestellt, dem Mittel der Elterntiere in Bezug auf Fitness, Fruchtbarkeit oder Leistung überlegen sein (vgl. Baumung 2005). Von züchterisch besonderem Interesse sind die Kreuzungsnachkommen, die auch noch über dem Durchschnitt der besseren Elternlinie liegen (vgl. Kinghorn 2010).

Der Effekt der Heterosis wird auch als Gegenteil der sogenannten Inzuchtdepression gesehen, wobei hier durch das ständige Einkreuzen von ähnlichem Erbgut gewisse Allele dauerhaft verloren gehen (vgl. Swalve 2004; Kinghorn 2010; Dezetter et al. 2015).

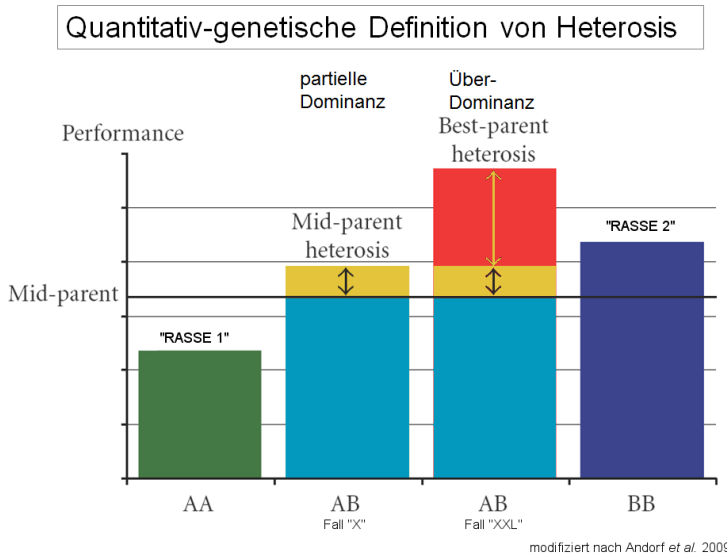


Abbildung 1: Schematische Darstellung von Heterosis

Die Wirkung der Allele wird aufsummiert, wenn das heterozygote Tier genau im Mittel der beiden homozygoten liegt. Daher wird in diesem Fall von additiver Genwirkung gesprochen. Wenn die genetisch determinierte Leistung des Heterozygoten vom Mittel der Homozygoten abweicht, handelt es sich um einen sogenannten Dominanzeffekt. Entspricht die Leistung des Heterozygoten genau der eines der Homozygoten, dann unterdrückt das dominante Allel B das rezessive Allel A in seiner Wirkung. Dies wird als vollständige Dominanz von B über A bezeichnet. Im Extremfall kann AB sogar BB überlegen sein. Dieser Effekt wird als Überdominanz bezeichnet. Überdominanz und Dominanz zählen zu den nicht-additiven Allelwirkungen (vgl. Baumung 2005, Abbildung 1 und 2).

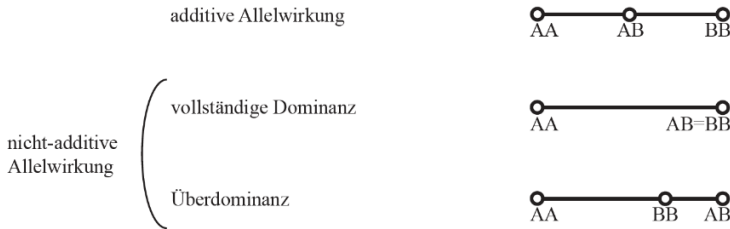


Abbildung 2: Veranschaulichung von Allelwirkungen (nach Baumung 2005)

So wie Allele desselben Genortes zusammenwirken (können), fungieren die Genprodukte (Proteine, Proteinsequenzen, Enzyme) verschiedener Loci bei quantitativen Merkmalen ebenfalls zusammen (Travers and Muskhelishvili 2015). Die Interaktion verschiedener Loci wird als Epistasie bezeichnet und zählt ebenfalls zu den nicht-additiven Genwirkungen. Nach Brandsch (1983) wurde „der Terminus |epistatisch| von BATESON (1909) ursprünglich allein für Gene geprägt, die als dominante Modifikatoren nicht-alleler Gene wirken“. Im Laufe der Zeit wurden „vielfach auch die anderen Formen nicht-alleler Wechselwirkungen, die diskontinuierlich spaltenden Eigenschaften zugrunde liegen (nach HAMMOND et al., 1959) ... als Epistasie bezeichnet“ (Brandsch 1983).

1.2 Milchrinderzucht allgemein

In der Zucht von Milchrindern dominierte auch in Deutschland (mit Ausnahme der Züchtung des Schwarzbunten Milchrindes in der DDR – Freyer et al. 2008) jahrzehntelang die Methode der Reinzucht, nicht zuletzt auf Grund der langen Generationsintervalle beim Rind (vgl. Swalve, 2007). Für die traditionellen Reinzuchtprogramme in den hiesigen Milchviehbeständen standen mit Rindern der Rasse Holstein geeignete Elterntiere zur Verfügung, die dem Zuchtziel hohe Milchmenge sowie hoher Milchfett- und Milcheiweißgehalte hervorragend entsprachen (vgl. Swalve et al. 2008). Im Rahmen der Reinzucht werden Tiere einer Rasse bzw. innerhalb einer Population miteinander verpaart (vgl. Baumung 2005). Der gewünschte Zuchtfortschritt konnte durch entsprechende „Bestenauswahl“ (Selektion) gewährleistet werden, und der enorme Anstieg der Milchleistung in deutschen Milchviehbetrieben bestätigte die Richtigkeit und Zweckmäßigkeit dieses züchterischen Vorgehens. Allerdings blieben die funktionellen Merkmale, wie beispielsweise Fruchtbarkeit und Gesundheit, der Reinzuchtnachkommen häufig hinter den Erwartungen und Anforderungen zurück, weshalb die Kreuzungszucht zunehmendes Interesse fand (vgl. Sørensen et al. 2008; Swalve et al. 2008; Mertens et al. 2011). Gleichwohl stellte Brähmig (2011) fest, dass in der Milchviehzucht (bis heute) die Reinzucht die Methode der Wahl sei.

Obwohl die Kreuzungszucht in der Geflügel- und Schweineproduktion schon lange etabliert war, wurde sie in der Zucht von Milchrindern bis zum Anfang der 90er-Jahre des vorigen Jahrhunderts kaum angewendet. Durch die Kreuzungszucht, also die Verpaarung von verschiedenen Rassen, Linien oder Populationen, stehen mithilfe von

Kombinations- und Stellungen- sowie Heterosiseffekten im Ergebnis genetisch wertvollere Tiere in der F1-Generation zur Verfügung. Sambraus (1996, 22) nannte als Grund für die Kreuzungszucht die Paarung mit rassefremden Tieren und Änderungen des Zuchtzieles als Folge veränderter Verbrauchererwartung. Nach seinen Angaben wird für die Einkreuzung eine Rasse gewählt, die einerseits dem neuen Zuchtziel nahekommt und andererseits der zu verbessernden Rasse im Erscheinungsbild nahesteht.

Wird die Geschichte der Rinderzucht betrachtet, so fällt auf, dass sich immer wieder Phasen der Reinzucht mit Phasen der Kreuzungszucht abwechselten. Einer der Hauptgründe war, dass in der Reinzuchtphase zumeist äußerlichen Kriterien ein Übergewicht eingeräumt wurde. Die Folge war, dass wirtschaftlich wichtige Merkmale im Zuchtfortschritt in den Hintergrund gerieten und es dadurch zu einem züchterischen Stillstand kam. Dies war vor allem dann der Fall, wenn Reinzuchtprogramme über mehrere Generationen – ohne entsprechende Anpassungen der Zuchtziele und damit einhergehende modifizierte Wichtung der Zuchtwertmerkmale - fortgesetzt wurden. Zur schnellen Korrektur derartiger züchterischer Defizite bzw. Fehler bietet sich die Kreuzungszucht als probates Mittel an (vgl. Lederer, 2005, Sørensen, 2007).

Bei der Kreuzungszucht sind nach Sambraus (1996, 22/23) Veredelungskreuzung, Kombinationskreuzung und Verdrängungskreuzung zu unterscheiden.

Unter Bezugnahme auf die Arbeiten von Hill aus dem Jahr 1971, sowie Swalve aus dem Jahr 2004 formulierte Brähmig (2011) die folgenden Anforderungen an die Kreuzungszucht beim Milchrind:

- Stabilität, durch konstante genetische Zusammensetzung in der Produktionsstufe
- Remontierung aus der eigenen Nachzucht in allen Produktionsstufen
- Effektive Nutzung der erwünschten Heterosiseffekte
- Reinzuchtlinien auf additiv-genetischer Basis weiter nachhaltig verbessern

Mertens et al. (2011) stützten sich auf Ergebnisse einer Umfrage von Weigel und Barlass aus dem Jahre 2003 unter US-Milchviehbetrieben mit Kreuzungstierbeständen, nach denen dort die folgenden Kreuzungsziele im Fokus standen:

- Verringerung von Kalbeschwierigkeiten durch die Anpaarung von Bullen kleinerer Rassen an HF-Färsen
- Erhöhung von Fruchtbarkeit, Gesundheit und Lebensdauer der Kühe
- Steigerung der Fett- und Eiweißgehalte der Milch
- Verringerung der Inzucht(rate)
- Steigerung der Milchmenge durch Einsatz von HF-Bullen an andere Rassen

Bekannt waren dabei gemäß Mertens et al. (2011) sowohl die Vorteile wie höhere Fruchtbarkeit und Kälbervitalität, Leichtkalbigkeit und Langlebigkeit sowie höhere Gehalte an MilCHFett und -eiweiß als auch der Nachteil geringerer Milchmengenleistung gegenüber reinrassigen HF-Tieren. Zu dieser Zeit wurden in den USA überwiegend Bullen der Rassen Jersey und Brown Swiss an Holstein Friesian-Kühe angepaart. Ca. 82 % der Betriebe führten nach eigenen Angaben Rückkreuzungen durch, indem sie die F1-Kreuzungskühe mit Bullen der Elternrassen verpaarten (vgl. Mertens et al. 2011).

Buckley et al. (2014) berichteten, dass die Kreuzungszucht bei Milchkühen in den USA zu besseren

Erstbesamungsergebnissen und höheren Abkalberaten im Vergleich mit reinen Holstein-Kühen geführt hat. Die Kreuzungszuchtprogramme hatten darüber hinaus auch eine längere Nutzungsdauer der Kühe zur Folge.

Die Kreuzungszucht bei Milchrindern hat inzwischen eine mehr als 100-jährige Entwicklung durchlaufen. Wie bereits in der Einleitung erwähnt, wurden schon im Handbuch der Landwirtschaft von Schlipf (1898) das Kreuzen verschiedener Rassen oder Schläge als Zuchtmethod zur „Blutauffrischung“ genannt. Mertens et al. (2011, S. 6) erläuterten die aktuelle Bedeutung der Kreuzungszucht wie folgt: „Mittels verschiedener Verfahren der Kreuzungszucht ist es möglich, unter Nutzung von Heterosis- und Rekombinationseffekten und der Variation zwischen den einzelnen Rassen, die genetische Basis für diese funktionalen Merkmale zielgerichtet und effizient zu verbessern.“ Nach Auffassung der genannten Autoren macht die zunehmende Anwendung der Kreuzungszucht in Deutschland auch deutlich, dass im Hinblick auf die Fruchtbarkeits- und Gesundheitsparameter in der Tat Handlungsbedarf in der Holsteinzucht besteht.

Lederer (2005) berichtete, dass in Neuseeland zahlreiche Landwirtschaftsbetriebe langjährig positive Erfahrungen mit der Zweirassenkreuzung beim Milchvieh (Holstein Friesian x Jersey) gemacht hätten; die entsprechenden Nachkommen waren für die dortige extensive Weidehaltung bestens geeignet. Nach Angaben von Mertens et al. (2011) stehe dort auch nicht die Höchstleistung in der Milchproduktion im Fokus, vielmehr sei die Flächenproduktivität, also das Nettoeinkommen pro Hektar, das züchterische „Zielmerkmal“. Seit den 60er-Jahren sei eine Zunahme von Kreuzungstieren in der dortigen Milchviehpopulation

festzustellen, deren Anteil nach Angaben von Montgomerie (2002) bis 2001 bereits auf 35 % gestiegen sei und durch den beabsichtigten Wechsel von reinrassig Jersey zu reinrassig Holstein-Friesian verursacht werde. Untersuchungen ergaben, dass die genannten Kreuzungstiere positive Heterosiseffekte gegenüber reinen Holstein-Kühen im Hinblick auf die Milcheiweiß- und MilCHFettleistung aufwiesen (vgl. Bryant et al. 2007). Dass durch die Kreuzungszucht der wirtschaftliche und finanzielle Ertrag der Milchviehhaltung tatsächlich verbessert werden kann, bestätigten nach Angaben von Schichtl (2007) auch entsprechende Publikationen von Lopez-Villalobos und Garrick (2002) sowie von VanRaden und Sanders (2003). Die Kreuzungstiere zeigten nach Angaben der genannten Autoren Verbesserungen in verschiedenen Gesundheits- und Fruchtbarkeitsparametern sowie in der Nutzungsdauer. Aufgrund der in Neuseeland herrschenden extensiven Weidehaltung können diese Ergebnisse selbstverständlich nicht eins zu eins auf z.B. die deutsche, dänische oder französische Milchproduktion übertragen werden, für die andere Rahmenbedingungen gelten (Freyer et al. 2008; Sørensen et al. 2008 bzw. Dezetter et al. 2015).

Allerdings sprechen auch die jüngeren Erfahrungen dänischer Rinderzüchter zum Teil für eine Verstärkung der Kreuzungszucht bei Milchkühen. Clasen et al. (2017) betonten den bedeutsamen Heterosiseffekt der Kreuzungszucht in Abhängigkeit von den verwendeten Ausgangsrassen. Nach ihren Angaben gelang es durch Kreuzung, die Merkmale mit niedriger Heritabilität wie Langlebigkeit bzw. Nutzungsdauer bei Dänischen Milchkühen aus Kreuzungen der Rassen Dänisch Holstein und Dänisch Rot bedeutend zu steigern (bis zu 8,5%), während jedoch bei Kreuzungen mit Jersey negative Heterosiseffekte zu beobachten waren.

Nach Auffassung von Brotherstone und Goddard (2005), Swalve (2007) oder Petraškienė et al. (2013) existiert derzeit kein perfektes Kreuzungszuchtprogramm für Milchrinder, das immer und überall angewendet werden kann. Brähmig (2011) machte deutlich, dass es nicht das eine, richtige Gebrauchskreuzungsprogramm geben könne, sondern nur das für die jeweilige Produktionssituation passende Zuchtprogramm.

Um die gewünschten züchterischen Erfolge zu erzielen, sollten die verwendeten Rassen nachfolgenden Kriterien entsprechen (vgl. Simms et al. 1990):

- Anpassung an die klimatischen Verhältnisse: So sind z. B. Kreuzungen mit Rassen, die aus tropischen Regionen stammen, wie *Bos Indicus*, ungeeignet für die Haltung in unseren Breiten mit kalten Wintern.
- Anpassung an die Futtergrundlage: Entscheidende Merkmale für die mögliche Tiergröße und das Milchleistungspotenzial sind Futterqualität, -quantität und -kosten. Falls das Futter limitiert ist, sollten (Mutter-)Rassen mit kleinerem Rahmen und niedrigerer Milchleistung gewählt werden.
- Management und Arbeit: Der Einsatz großbrahmiger Vatterassen (oder von Vätern mit einem negativen Zuchtwert im paternalen Kalbeverlauf) kann zu einer höheren Anzahl von Schweregeburten führen.
- Produktionssystem: Werden die eigenen Nachzuchten ausschließlich verkauft, als Einsteller oder zur Jungrindfleischproduktion, so sollte eher auf die Leistung bis zum Tag des Absetzens Wert gelegt werden. Wenn der Betrieb allerdings selbst ausmästet bzw. Kalbinnen aufzieht, dann sollte größerer Wert auf die Leistungen nach dem

Absetzen bzw. nach der ersten Laktation gelegt werden. Natürlich muss generell die Nachfrage nach gewissen Kreuzungstieren berücksichtigt werden.

Auch in Deutschland gab es verschiedene Studien und Kreuzungsversuche, die von Freyer et al. (2008) detaillierter beschrieben wurden. Die Autoren kamen zu dem Fazit, dass die Milchleistung der überlegenen Holstein-Friesian von Kreuzungstieren der F1-Generation lediglich erreicht, aber keinesfalls übertroffen werden könne. Der Vorzug der Kreuzungstiere liege vielmehr in der Ausprägung und Kombination gewünschter Merkmale wie Fitness, Fruchtbarkeit, Fleischleistung oder Milchinhaltsstoffe.

In den deutschen Einkreuzungsprogrammen zwischen 1950 und 2000 ging es nicht vorrangig um die Nutzung von Heterosis- oder Stellungseffekten, sondern vielmehr um die additiv-genetischen Effekte. Hauptziel war dabei die Verbesserung von bestimmten Exterieur- und Leistungsmerkmalen (vgl. Lederer 2005).

Allerdings bestanden noch im Jahr 2006 erhebliche Vorbehalte gegenüber der Kreuzungszucht bei Milchrindern. Unter dem Titel *Reinzucht oder Kreuzungszucht – wie geht es weiter?* äußerten sich bei top agrar (2006) neun Geschäftsführer von deutschen Rinderzuchtverbänden skeptisch zu den Ergebnissen US-amerikanischer Kreuzungsversuche mit Aussagen wie: „Kreuzungszucht löst keine Managementprobleme“ bzw. „Die deutsche Holsteinzucht ist optimal aufgestellt.“ Ihre Skepsis begründeten die deutschen Züchter damals mit dem Hinweis, die Verhältnisse in der deutschen Rinderzucht und Milchviehhaltung seien mit den US-amerikanischen nicht vergleichbar, daher könnten dortige Züchtungsergebnisse auch nicht 1 zu 1 übertragen werden. Zudem seien in der deutschen Holsteinzucht Gesundheits- und Fitnessmerkmale

auch bislang schon stärker berücksichtigt worden als in den USA.

Inzwischen hat sich die Kreuzungszucht in deutschen Milchviehhaltungsbetrieben offenkundig stärker etabliert. Dies ist Angaben von Mertens et al. (2011) zu entnehmen, nach denen beispielsweise in Sachsen der Anteil der Kreuzungstiere unter den milchleistungsgeprüften Kühen zwischen 1993 und 2009 von weniger als 1 % auf mehr als 10 % zugenommen hat. Auch der Leistungsfortschritt im Milchviehbestand des LVG Oberschleißheim wäre ohne die Kreuzungszucht in den zurückliegenden Jahren möglicherweise nicht realisierbar gewesen. Hiervon legen die Arbeiten von Brähmig (2011) und Schichtl (2007) eindrucksvoll Zeugnis ab. In diesem Zusammenhang beklagte Brähmig (2011) allerdings auch das Fehlen systematischer Untersuchungen zu gezielten Kreuzungen mit klaren Kreuzungsschemata unter den intensiven Bedingungen in einem gemäßigten Klima, also in Deutschland bzw. Mitteleuropa. Schichtl (2007) wies in ihrer Arbeit bereits darauf hin, dass Kreuzungszuchtprogramme oft nur kurzfristige Verbesserungen zur Folge hätten und bestimmte produktionstechnische Voraussetzungen vonnöten seien, insbesondere aber ein gutes Management. Kurzfristige, heterosisbedingte Vorzüge der F1-Kreuzungstiere gegenüber den Reinzuchttieren wären in der F2-Generation und danach nicht mehr vorhanden bzw. es könnten sogar nachteilige Effekte eintreten, merkte Schichtl (2007) kritisch an. Auch Brähmig (2011) betonte, dass Folgenerationen der F1-Kreuzungstiere mitunter die an sie gestellten Erwartungen, auch unter Berücksichtigung der jeweils verwendeten Kreuzungsmethoden, nicht erfüllen. Daher erscheint es zweckmäßig, durch erneute Rückkreuzung der F1-Kreuzungstiere mit Fleckvieh dessen für das Zuchtziel Gesundheit, Fruchtbarkeit, Funktionalität

besonders wertvollen Merkmale genetisch stärker auszuprägen.

Bei der Rückkreuzung handelt es sich nach Willer (1983) um einen Paarungstyp, bei dem ein heterozygoter Genotyp (heterozygoter Nachkomme) mit dem homozygot-rezessiven Elternteil gekreuzt wird. Schmidt (1983) definierte die wiederholte Rückkreuzung als erneute Paarung von Tieren der F1-Generation mit einer Elterngeneration. Weiterentwickelt als Konvergenzzüchtung (Annäherungszüchtung) werden bei gleichzeitiger Selektion der Kreuzungsprodukte diese mit beiden Elterntieren rückgekreuzt.

1.3 Zuchtziele für Milchrinder – Funktionalität versus Milchleistung

Neben Milchleistungsmerkmalen, wie absolute Milch-, Fett- und Eiweißmenge sowie Fett- und Eiweißgehalt, spielen funktionale Merkmale der Milchkühe eine wichtige Rolle. Zu letzteren zählen Zuchtleistung (Kalbeverhalten und Fruchtbarkeit), Gesundheit, Melkbarkeit und Nutzungsdauer. Gerade in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit der Milchviehhaltung ist eine möglichst lange Nutzungsdauer der Milchkühe, verbunden mit einer hohen Milchleistung, von großer Bedeutung (vgl. Bergfeld und Klunker 2002).

Der häufigste Abgangsgrund bei deutschen Milchkühen ist mit 19,9 % die Unfruchtbarkeit. (vgl. Bugislaus et al. 2008) In den Jahren von 1994 bis 2006 stieg die durchschnittliche Milchleistung von Deutschen Holstein-Kühen um 1.623 kg, das durchschnittliche Abgangsalter sank jedoch von 68,4 auf 63,6 Monate. Hieraus wird ersichtlich, dass sich die immer

weiter ansteigenden Milchleistungsmerkmale negativ auf die funktionalen Merkmale, wie beispielsweise die Nutzungsdauer, auswirken. In Deutschland scheiden jährlich etwa 40 % der laktierenden Milchkühe aus den Tierbeständen aus, d. h. sie werden im Durchschnitt nur über eine Dauer von ca. 2,5 Laktationen in den Milcherzeugungsbetrieben gehalten (vgl. Bugislaus et al. 2008).

Römer (2011) wies darauf hin, dass sich die Nutzungsdauer deutscher Milchkühe in den letzten Jahren stabilisiert und kontinuierlich geringfügig erhöht habe. Gleichwohl merkte sie kritisch an, dass Kühe mit einem durchschnittlichen Abgangsalter von 5,4 Jahren eine viel zu kurze Nutzungsdauer hätten. Normalerweise würden Milchkühe, wie Rinder allgemein, etwa 20–25 Jahre alt und erreichen ihre höchste Milchleistung in der vierten Laktation. Dieses hochproduktive „Laktationsalter“ erreichen nach Angaben von Römer (2011) nur etwa 21 % aller in Deutschland gehaltenen Milchkühe. Sowohl die Milchleistung als auch die Nutzungsdauer sind entscheidend für eine effiziente Milchproduktion, zitierte die genannte Autorin hierzu Wangler et al. aus dem Jahr 2009. Römer (2011) stellte anhand von Untersuchungen bzw. Analysen der Gesundheitsdaten von 43.245 abgegangenen Milchkühen der Rasse Deutsche Holsteins aus 21 Betrieben Mecklenburg-Vorpommerns fest, dass der häufig postulierte Zusammenhang von hoher Milchleistung und vermehrter Erkrankungshäufigkeit offenbar nicht besteht. In der Zusammenfassung ihrer Arbeit zog sie das folgende Fazit: „Hochleistende Kühe erkrankten nicht generell häufiger als Kühe mit geringerer Leistung.“ Dies begründete sie damit, dass bei ihren Erhebungen zwischen (hoher) Milchleistung und Behandlungshäufigkeit kein signifikanter Zusammenhang bestand. Die Hauptursache für eine zu

geringe durchschnittliche Nutzungsdauer sah sie in den hohen Abgangsraten von Jungkühen, insbesondere zu Beginn der Laktation. Gegensteuern lässt sich nach den Angaben der Autorin durch effizientes Gesundheitsmonitoring in den Landwirtschaftsbetrieben sowie durch die Realisierung hoher Futteraufnahmen zu Laktationsbeginn. Insgesamt hätten ihre Untersuchungen ergeben, so Römer (2011), dass Selektion auf hohe Milchleistung nicht im Widerspruch zur Haltung gesunder Kühe stehe. Hochleistende Kühe sind unter guten Managementbedingungen sehr wohl in der Lage, bei guter Gesundheit viel Milch zu geben, so das Fazit der Autorin.

Auch Pieper (2010) hatte in ihren Untersuchungen in einem ökologisch arbeitenden Milchviehbetrieb festgestellt, dass sich keine Hinweise auf eine erhöhte Krankheitsanfälligkeit bei Tieren mit hohem genetischen Milchleistungspotenzial finden lassen. Die Zucht auf hohe Leistung führt, entgegen der auch in Fachkreisen verbreiteten Auffassung, zu einer ökonomisch relevanten Milchleistungssteigerung ohne Verschlechterung der Gesundheit oder Einbußen in der Adaptationsfähigkeit des Stoffwechsels an äußere und innere Stressoren, so Pieper (2010). Nach Auffassung der Autorin ist ein hohes genetisches Milchleistungspotenzial mit einer stabilen Gesundheit vereinbar.

Der namhafte Veterinärphysiologe Martens (2012) beklagte dagegen die in zurückliegenden Jahrzehnten festgestellte Abnahme der Nutzungsdauer von Milchkühen in Deutschland. Nach seinen Angaben wurden vor 50 Jahren Milchkühe noch in der vierten oder fünften Laktation genutzt. Demgegenüber würden Milchkühe seit dem Jahr 2000 nur noch über die Dauer von etwa 2,5 Laktationen in den Beständen verbleiben, obwohl sie ihr optimales Leistungsvermögen erst in der 3. oder 4. Laktation erreichen.

Nach Swalve (2012) soll allerdings, wie auch von Römer (2011) dargestellt, in den letzten Jahren eine Trendumkehr zu beobachten sein und die Nutzungsdauer sogar wieder langsam steigen. Dies stützen auch Angaben von Fölsche (2012), nach denen Milchkühe „derzeit“ bundesweit im Durchschnitt für 2,8 Laktationen genutzt werden, dabei allerdings 43 % aller milchleistungsgeprüften (MLP) Kühe eine Lebensdauer von nicht einmal vier Jahren hätten.

Für die insgesamt geringe Nutzungsdauer der modernen Hochleistungsmilchkühe und die reziproke Beziehung zwischen Milchleistung und Nutzungsdauer könnten nach Martens (2012) die genetischen Korrelationen zwischen (hoher) Milchleistung und Krankheiten wie Ketose, Mastitis, Metritis, Lahmheiten und Ovarerkrankungen maßgeblich sein. Diese Position ergebe sich jedenfalls aus einer entsprechenden Übersichtsarbeit von Berry et al. (2011), die eine Vielzahl einschlägiger wissenschaftlicher Quellen ausgewertet hatten. Allerdings wiesen die von Berry et al. (2011) aufgezeigten Korrelationen hohe Variationen auf und könnten daher allein keine schlüssige Erklärung für die Erkrankungen liefern, so Martens (2012). Er selbst sah vornehmlich in der negativen Energiebilanz (NEB) von Hochleistungskühen die Ursache für das Auftreten verschiedenartiger Folgeerkrankungen und letztlich für das frühe Ausscheiden der Kühe aus der Milchproduktion und begründete dies mit der Schlussfolgerung, „dass der NEB eine überragende Bedeutung bei der Pathogenese verschiedener Erkrankungen (der Hochleistungsmilchkuh, d. Verf.) zukommt“ (Martens 2012, 39). So sei insbesondere bei Holstein-Hochleistungskühen die Veranlagung, körpereigene Reserven bei Mangelzuständen in Anspruch zu nehmen, besonders ausgeprägt. Dies gelte allgemein für Hochleistungsmilchkühe und zunehmend in höheren

Laktationsstadien, so Martens (2012) unter Bezugnahme auf die Arbeit von Coffey et al. aus dem Jahr 2004.

In ihrem Forschungsbericht *Verbesserung der Gesundheit, Nutzungsdauer und Lebensleistung von Milchkühen durch Einbeziehung zusätzlicher funktionaler Merkmale in die Selektion* zog Rudolphi (2012) die Schlussfolgerung, dass hohe Milchleistungen und lange Nutzungsdauer keinen Widerspruch darstellen müssen. „Hochleistung und lange Nutzung sind kombinierbar und resultieren in beachtenswerten effektiven Lebensleistungen, wenn das betriebliche Gesamtmanagement, das die Gesunderhaltung der Tiere einschließt, funktioniert“ (Rudolphi, 2012, 28). Gleichwohl stellte sie bei ihren Untersuchungen fest, dass sich mit steigender relativer Einzeltier(milch)leistung die untersuchten Fruchtbarkeitsmerkmale signifikant verschlechterten. Zudem war grundsätzlich mit steigender Laktationsnummer eine Verschlechterung der Fruchtbarkeitsleistung verbunden. Unter Verweis auf entsprechende Literaturangaben machte Rudolphi (2012) hierfür das bei Hochleistungskühen oft vorhandene Energiedefizit verantwortlich, auf das auch Martens (2012) (s. o.) eindringlich hingewiesen hatte.

Den dargelegten Zielkonflikt moderner Tierhaltungsbetriebe zwischen Wirtschaftlichkeit und Tiergesundheit nahm die DGFZ (2013) unlängst zum Anlass, eine Projektgruppe *Ökonomie und Tiergesundheit* einzusetzen. Zum Thema *Die Tierzucht im Spannungsfeld von Leistung und Tiergesundheit – interdisziplinäre Betrachtungen am Beispiel der Rinderzucht* legte die DGFZ-Projektgruppe (2013) mit Stand vom 12. Mai 2013 eine bemerkenswerte Stellungnahme mit dem Ziel, Empfehlungen zur Optimierung für die Tierzucht und Tierhaltung abzuleiten, vor. Im Fokus stand auch hierbei die Nutzungsdauer, die als „natürlicher Bioindex“ der

Gesundheit und Funktionsdauer anzusehen sei und als beobachtete Nutzungsdauer – wie aus Abgangstatistiken ersichtlich – das Ergebnis von gesundheitlichen Störungen und von Managemententscheidungen, die primär von wirtschaftlichen Faktoren geprägt werden, darstellt (vgl. DGfZ-Projektgruppe 2013). Nach Auffassung der letztgenannten Quelle ist neben der Beobachtung des phänotypischen Trends aus züchterischer Sicht insbesondere der genetische Trend bedeutsam. Für die Rasse Deutsche Holsteins seien die Trendlinien der Mittelwerte für die komplexe Milchleistung, Exterieur, Nutzungsdauer, Zellzahl und Reproduktion inzwischen flach bis leicht positiv. Dies gilt gemäß DGfZ-Projektgruppe (2013) auf genetischer Ebene noch stärker als auf der phänotypischen. Ursächlich für diese positive Entwicklung ist nach ihrer Einschätzung die Zuchtzielgestaltung, charakterisiert durch den Relativzuchtwert Gesamt (RZG), der 1997 eingeführt und in den Jahren 2002 sowie 2008 aktualisiert wurde. Im Rahmen dieser Aktualisierungen sind die bislang eher vernachlässigte Funktionalität, hierbei insbesondere die Nutzungsdauer, sowie die Fruchtbarkeit als Zuchtziele stärker in den Fokus gerückt worden (vgl. Swalve 2012).

Auch Bachstein (2016) thematisierte die Relation zwischen Hochleistungsanforderungen und Tiergesundheit in deutschen Milchviehbeständen. Hierbei bezog sie sich auf Angaben von top agrar aus dem Jahr 2015. Dort wurde auf umfangreiche Studien der Landes-Forschungsanstalt Mecklenburg-Vorpommerns verwiesen, die im Auftrag der Landesregierung den Zusammenhang zwischen hohen Milchleistungen und langer Nutzungsdauer untersucht hatte. Danach sei die Anzahl der Behandlungen pro Lebenstag bei Hochleistungstieren weder höher als bei niedrig leistenden

Tieren, noch habe die Mastitisinzidenz bei steigender Milchleistung in den letzten Jahren zugenommen. Somit könnte durch die Optimierung des Betriebsmanagements die Haltung gesunder langlebiger Milchkühe unter tiergerechten Haltungsbedingungen mit ausgewogener Fütterung und prophylaktischen Gesundheitsmaßnahmen auch bei einem hohen Leistungsniveau realisiert werden.

Nach Auffassung von Ulbricht (2016) wird der gegenwärtige Dialog zwischen Theorie und Praxis zur Milchrindzucht in Deutschland stark geprägt von der Suche nach Möglichkeiten, die effektive Nutzungsdauer der Holstein-Friesian-Population zu verlängern. Hierbei stehen nach seinen Angaben die Tiergesundheit, Stoffwechselstabilität, Widerstandsfähigkeit und Robustheit, Fruchtbarkeit sowie die Anpassungsfähigkeit der Tiere an betriebspezifische Rahmenbedingungen im Vordergrund.

In der Tat stellt die züchterische Verbesserung von Lebensleistung und Nutzungsdauer der Kühe in deutschen Milchviehbetrieben eine der wichtigsten Maßnahmen zur Gewährleistung und Steigerung einer hohen Produktivität in der Milcherzeugung dar. Fölsche (2012) stützte sich in diesem Zusammenhang auf Rossow (2008), nach welchem die Züchtung auf hohes Futteraufnahmevermögen, Stoffwechselgesundheit, geringe Krankheitsanfälligkeit und stabile Fruchtbarkeit eine langfristige Aufgabe von großer Bedeutung sei.

1.4 Bevorzugte Rassen für die Zucht von Milchrindern

Laut Angaben des Statistischen Bundesamtes (vgl. Bundeszentrum für Ernährung (BZfE) 2016) gab es im Mai 2013 knapp 12,6 Millionen Rinder in Deutschland. Davon

zählten etwa 47 % zur Rasse Deutsche Holsteins (schwarz- und rotbunt) und etwa 29 % zur Rasse Fleckvieh. Die übrigen 24 % wurden sonstigen Milch-, Zweinutzungs- und Fleischrassen sowie Kreuzungen zugeordnet.

Da in der vorliegenden Arbeit ausschließlich über Ergebnisse bei der Zucht mit den Rinderrassen Deutsche Holsteins sowie Deutsches Fleckvieh berichtet wird, befassen sich die nachfolgenden Ausführungen mit Kurzcharakteristika der genannten Rassen. Nachfolgend werden verschiedentlich die Bezeichnungen Holstein-Friesians bzw. Holsteins als Synonyme für die Rasse Deutsche Holsteins und die Bezeichnung Fleckvieh synonym für die Rasse Deutsches Fleckvieh verwendet.

1.4.1 Deutsche Holsteins

Rinder der Rasse Deutsche Holsteins sind in der deutschen Rinderpopulation, vor allem in Norddeutschland, am häufigsten vertreten, wie die Zahlen des Statistischen Bundesamtes unter 1.4 verdeutlichen. Dabei handelt es sich um eine relativ „junge“ Rasse. Zu ihrer historischen Herausbildung führt das BZfE (2016, o. S.) aus:

„Um 1875 wurden die ursprünglich schwarzbunten Rinder – eine Zweinutzungsrasse – nach Nordamerika gebracht, wo man größere Tiere mit hoher Milchleistung und schwächerer Bemuskelung (Holstein-Friesian) züchtete. In den 70er Jahren wurden diese Holstein-Friesian hierzulande wegen der besseren Milchleistung zunehmend eingekreuzt. So wurde aus der Zweinutzungsrasse eine reine Milchrasse.“

Samraus (1996, 33–34) verwendete in seinem *Atlas der Nutztierassen* diese Rassebezeichnung noch nicht. Er führte dort stattdessen die Rassen Schwarzbunte und Rotbunte gesondert auf, wies allerdings jeweils auf genetische Einflüsse durch Holstein Friesian-Rinder aus den USA hin.

Bei den Deutschen Holsteins handelt es nach Angaben des BZfE (2016) um großrahmige, hochbeinige, flachbemuskelte Rinder. Sie sind schwarz-weiß gescheckt und haben in der Regel weiße Euter, eine weiße Schwanzspitze und weiße Beine unterhalb der Fußwurzelgelenke. Es gibt auch fast weiße bzw. komplett gefärbte Tiere mit wenigen Abzeichen. Die Rinder sind behörnt, es existieren aber auch hornlose Zuchtlinien. Sinngemäße Ausführungen finden sich zu Deutsche Holsteins Rotbunt bei BZfE (2016); selbstverständlich wird hierbei aber die vorherrschende Rotfärbung betont. Für beide Farbschläge gelten identische Zuchtziele, vorrangig aber eine hohe Lebensleistung im Hinblick auf die Milchproduktion. Holstein-Kühe sind diesbezüglich absolute Hochleistungstiere, allerdings deutlich schwächer bemuskelt als beispielsweise Deutsches Fleckvieh. Damit die hohe Milchleistung auch tatsächlich über die gesamte Nutzungsdauer erbracht werden kann, sind eine gute Futteraufnahme und optimale Futterverwertung nötig. Grenzen für die Milchleistung werden vor allem durch das Futteraufnahmevermögen bzw. die freiwillige Futteraufnahme, den Energie- und Nährstoffgehalt des wiederkäuergerechten Futters sowie die Durchblutung des Euters gesetzt (vgl. Rossow 2008). Nach Auffassung von Staufenbiel (2013) sind Tiere der Rasse Holstein-Friesian für die Nutzung als Hochleistungsmilchkühe gut geeignet, nicht zuletzt wegen ihrer Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Futterqualitäten. Auf die in diesem Zusammenhang zu beachtende NEB-Problematik (vgl. Martens 2012) wurde bereits unter 1.3 eingegangen. Zuchtziel ist die

Hochleistungskuh, die durch stabile Gesundheit und gute Fruchtbarkeit über mehrere Laktationen effektiv nutzbar ist.

Züchterisch angestrebte Milchleistungsparameter sind (Sächsischer Rinderzuchtverband e. G., 2013):

- Über 10.000 kg Milch (305-Tage-Leistung)
- Fettgehalt von 4 %
- Eiweißgehalt von 3,5 %
- Lebensleistung von bis zu über 40.000 kg Milch

Züchterisch angestrebte Exterieurparameter sind (Sächsischer Rinderzuchtverband e. G. 2013):

- Kreuzhöhe von 145 bis 156 cm
- Gewicht von 650 bis 750 kg
- Körperbau und Bewegungsmechanik müssen den Anforderungen für lange Nutzungsdauer sowie einer hohen Leistung entsprechen
- Gesundes und gut melkbares Euter mit guter Qualität und Funktionsfähigkeit, um hohe Tagesleistungen über viele Laktationen sowie „Anforderungen“ der Melksysteme zu erfüllen

Ulbricht (2016, 1) beurteilte den aktuellen Stand der Holsteinzucht in Deutschland kritisch. „Die deutsche Holsteinzucht ist gegenwärtig gekennzeichnet durch ein hohes Milchleistungsvermögen der Milchviehherden, gekoppelt mit einem unzureichenden Zuchtfortschritt im funktionalen Bereich der Tiere“, schrieb er in der Einleitung seiner Dissertation. Defizite in den Bereichen Milchleistung, Fruchtbarkeit, äußere Erscheinung und Gesundheit bei Erstkalbinnen würden dabei maßgeblich durch Störungen in der Jungtierentwicklung sowie durch eine unzureichende Reife der Tiere zur Erstkalbung hervorgerufen. Mindere

Qualitäten der Tiere im Körperbau und im Fundament seien dabei folgenschwere Ursachen für geringere Leistungen in der Milchproduktion und ausschlaggebend dafür, dass Tiere den steigenden Anforderungen in der Produktion nicht genügen, führte Ulbricht (2016, 1) weiter aus. Nach seiner Auffassung deuten unter anderem die Abgangsursachen, die Abgangsraten, die Nutzungsdauer und die erreichte durchschnittliche Milchlebensleistung der gemerzten Kühe auf die genannten Defizite in der Gesundheit von Holstein Kühen hin. Eine adäquate Anpassung der Physis (Stärkung von Körperbau und Fundament) der Milchkühe an die Forderungen der modernen Milchviehhaltung sei eine züchterische Maßnahme, um die unzureichende Funktionalität der Tiere unter Kontrolle zu bringen, führte Ulbricht (2016) weiter aus. Swalve (2012) hatte dazu unter Hinweis auf die Neuausrichtung der Rinderzuchtprogramme im Sinne von Tiergesundheit und Funktionalität auf in den zurückliegenden Jahren festgestellte positive Entwicklungen verwiesen.

1.4.2 Deutsches Fleckvieh

Rinder der Rasse Deutsches Fleckvieh machen mit 29 % nach den Deutschen Holsteins einen erheblichen Anteil des deutschen Rinderbestandes aus. Bei diesen handelt es sich nach Sambraus (1996) um mittelgroße bis großwüchsige Rinder mit kräftigen Knochen und guter Bemuskelung. Historisch bzw. zuchtgeschichtlich verortete der genannte Autor Tiere dieser Rasse im Berner Oberland des Mittelalters, von wo aus die Rinder als „Simmentaler“ in der westlichen und östlichen Schweiz Verbreitung fanden. Bereits im 18. Jahrhundert wurden Simmentaler auch wiederholt in verschiedene deutsche Rinderrassen eingekreuzt, so Sambraus (1996), der darauf hinwies, dass

das (moderne) Fleckvieh für Gebrauchskreuzungen mit kleinwüchsigeren Rassen gut geeignet sei.

Die Rinder der Rasse Deutsches Fleckvieh sind vor allem im süddeutschen Raum weitverbreitet und machen laut StMELF (2018) beispielsweise in Bayern ca. 80 % des dortigen Rinderbestandes aus. Im Gegensatz zum Holstein-Friesian handelt es sich beim Fleckvieh um ein hervorragendes Zweinutzungs-rind. Dies ist wohl auch der Grund dafür, dass in der Zusammenstellung der Rinderrassen des BZfE (2016) Fleckvieh sowohl in der Kategorie Fleischrassen als auch bei den Zweinutzungs-rassen als Fleckvieh-Doppelnutzung (milch- und fleischbetont) aufgeführt wird. Die schnell an Masse zunehmenden männlichen Kälber eignen sich gut für eine erfolgreiche Rindermast und sind ein wichtiger Zusatzerlös für reine Milchviehbetriebe. Die optimale Fleckvieh-Kuh zeichnet sich vor allem auch während ihrer Laktationsspitze durch ihre starke Vorhand sowie durch Gesundheit und Stabilität im Fundament aufgrund der starken Keulen- und Rückenbemuskulung aus. Durch das besonders stabile Fundament sollten die Körperproportionen in Bewegung und Stand harmonisieren, so der Tenor der Züchter.

Züchterisch angestrebte Milchleistungskennzahlen sind (Sächsischer Rinderzuchtverband e. G., 2013):

- über 7.000 kg Milch (305-Tage-Leistung)
- Fettgehalt von 4,2 %
- Eiweißgehalt von 3,7 %
- Durchschnittliche Zellzahl von < 180.000
- jährliche Milchleistung steigt bis zur 5. Laktation an

Züchterisch angestrebte Exterieurmerkmale sind (Sächsischer Rinderzuchtverband e. G., 2013):

- Kreuzbeinhöhe von 140 bis 150 cm

- Brustumfang 210 bis 240 cm
- Gewicht von 650 bis 850 kg
- breit und leicht abfallendes Becken
- fest angesetztes Euter mit ebenem Euterboden, der sich auch nach mehreren Laktationen noch über der Höhe des Sprunggelenks befindet

2. Fruchtbarkeit

Als Fruchtbarkeit oder Fertilität definierte der tierärztliche Geburtshelfer und Gynäkologe Schaetz (1983, 415) die „Fähigkeit von Individuen, sich fortzupflanzen.“ Bach (1983, 415) sah Fruchtbarkeitsparameter als „statistische Maßzahlen zur Kennzeichnung der Fruchtbarkeitslage von Tiergruppen, Herden und Populationen“. Er stellte als ökonomisch bedeutsam für die Milchrindhaltung insbesondere das Abkalbeergergebnis, die Zwischenträchtigkeits- und die Zwischenkalbezeit, das Färsenkonzeptionsalter und das Erstkalbealter heraus. Von diagnostischer Bedeutung waren nach Auffassung des genannten Autors vor allem die Parameter Erstbefruchtungserfolg, Besamungsindex, Rastzeit, der Zeitraum zwischen der Erstbesamung und der (erfolgreichen) Konzeption sowie die Zwischenbesamungszeit. Hieraus ließen sich nach Bach (1983) auch Rückschlüsse auf Ursachen von Fortpflanzungsstörungen ziehen.

2.1 Allgemeines

Die Fruchtbarkeit der Kühe ist neben ihrer Milchleistung eines der wichtigsten Kriterien für die Wirtschaftlichkeit eines Milchviehbetriebes; denn ohne Kälber liefern Kühe bekanntermaßen keine Milch. Schon Schlipf (1898, 353) wies darauf hin, dass „die Kühe so lange beibehalten werden, als sie noch zur Zucht tauglich sind und einen guten Milchertrag abwerfen.“ Vom dritten Kalbe an, also vom fünften, sechsten bis zum zwölften Lebensjahr habe die Kuh den höchsten Wert für die Zucht. „Der volle Milchertrag tritt gewöhnlich mit dem dritten Kalbe ein, hält bis zum achten oder zehnten Jahre an und nimmt dann allmählich ab“ (Schlipf, 1898, 372).

Dabei kann die Fruchtbarkeit (Fertilität) einer Kuhherde durch zahlreiche Faktoren oder Maßnahmen positiv oder auch negativ beeinflusst werden; beispielhaft seien hier Umwelt-, Fütterungs-, Haltungs- und Managementeinflüsse genannt.

Lotthammer und Wittkowski (1994), aber auch Platen (1997), gaben aufgrund umfangreicher eigener Erhebungen bzw. Untersuchungen für die Fruchtbarkeit beim Rind eine Erblichkeit bzw. Heritabilität von maximal 15 % an. Jahnke et al. (2002) bezifferten diese dagegen auf höchstens 5 %. Nach Brade (2008) ist aber der mögliche Erfolg selektiver bzw. züchterischer Maßnahmen generell umso höher, je bedeutender die Heritabilität oder genetische Varianz eines ausgewählten Merkmals an der Gesamtvarianz ist. Insoweit erscheint die präzise Bestimmung der Heritabilität der verschiedenen Zuchtkriterien von erheblicher Bedeutung. Brade (2008) wies, Bezug nehmend auf Erfahrungen in der Kreuzungszucht bei Legehennen, darauf hin, dass die Heritabilität eines identischen Merkmals in verschiedenen Populationen/Rassen differenziert ist.

Lotthammer und Wittkowski (1994) machten exogene Faktoren zu insgesamt 85 % für die „Fruchtbarkeitsleistungen“ bei Rindern verantwortlich; davon bezifferten sie den Einfluss des Fruchtbarkeitsmanagements auf circa 40 %. 30 % würden durch das Fütterungsregime bestimmt, 10 % durch die Haltungshygiene und ungefähr 5 % durch die allgemeinen Haltungsbedingungen. Die andauernde Selektion auf hohe Milchleistung vermindere die Fruchtbarkeit, da eine negative Korrelation zwischen „Fruchtbarkeit“ und „Milchleistung“ bestehe, betonten die genannten Autoren. Dies bestätigte auch Platen (1997) auf der Grundlage des von ihm durchgeführten intensiven Quellenstudiums. Als Hauptursache für einen möglichen Antagonismus zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit könne die besondere physiologische Belastung hochleistender Kühe angesehen werden, deren Energiebilanz sich nach der Kalbung in den negativen Bereich bewege, führte er dazu weiter aus.

Zur Verbesserung der Fruchtbarkeit auf konventionellem Wege sind aufgrund des geringen genetischen Einflusses lange Zeiträume erforderlich und meist verbunden mit einem Abfall der Milchleistung (Caraviello 2004). Laut Kieler (2003) sinkt die Fruchtbarkeit in der Reinzucht vor allem durch den steigenden Selektionsdruck, da die entstehenden stressverursachten Faktoren vermehrt auf die Tiere einwirken.

Auf erhebliche Probleme vieler Holstein-Herden in puncto Fruchtbarkeit und Abkalbemerkmale, insbesondere hohe Totgeburtenraten, schlechte Brunstsymptome und unzureichende Besamungsergebnisse, wurde in top agrar online von Leifker (2009) hingewiesen. Hierauf führte er das zunehmende Interesse an der Kreuzungszucht unter den deutschen Milchviehhaltern zurück.

Auch Rossow (2008) machte auf die Diskrepanz zwischen hoher Milchleistung einerseits und Verschlechterungen der Fruchtbarkeit in Rinderbeständen andererseits aufmerksam. Nach seiner Auffassung ist der Organismus der Milchkuh in Phasen energetischer Unterversorgung primär auf die Milchbildung fokussiert, während das Fortpflanzungssystem nachrangig versorgt wird. Folgerichtig betitelte er eine entsprechende Publikation mit: *„Stößt die Leistung der Milchkühe an ihre Grenzen?“* Stangassinger (2007) sah in der häufig negativen Energiebilanz (NEB) von Hochleistungsmilchkühen zum Laktationsbeginn ebenfalls eine mögliche Ursache für deren Fruchtbarkeits- und Stoffwechselstörungen und wies in diesem Zusammenhang auf den „Wettstreit“ der verschiedenen Funktions- und Organsysteme bzw. Gewebe um die Nährstoffversorgung hin. Gemäß seiner Darstellung zur „Priorität der Nährstoffzuleitung“ werden die Funktionen Ovulation und Mammogenese sowie die hierfür „zuständigen“ Organe und Gewebe gegenüber den Vitalfunktionen und der Laktation nachrangig oder „stiefmütterlich“ mit Nährstoffen und Energie versorgt.

Staufenbiel (2013) vertrat die Auffassung, dass weder die Zucht auf hohe Milchleistung noch eine hohe Herdenmilchleistung objektiv die Fruchtbarkeit verschlechtern. Auch die Erkrankungshäufigkeit habe sich mit der Milchleistungssteigerung in der Milchkuhpopulation nicht grundlegend verändert; zudem sei für die Mehrzahl der Erkrankungen kein Zusammenhang zur Milchleistungshöhe ersichtlich. Ursache seien Unterschiede in der Qualität des Herdenmanagements, das einen viel stärkeren Einfluss als die Milchleistungshöhe auf die Fruchtbarkeit und Tiergesundheit besäße. Vielmehr sei die scheinbare Verschlechterung der Fruchtbarkeit Folge der Nichtbeachtung physiologischer Zusammenhänge sowie

einer Ausrichtung der Fruchtbarkeitskennziffern an technologischen und betriebswirtschaftlichen Zielen. Beispielhaft nutzte Staufenbiel (2013) hierzu eine Darstellung aus dem Jahr 2002 zur Beziehung zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit bei Milchkühen in den USA im Zeitraum von 1951 bis 2001. Diese zeigte, dass sich die Milchleistung in dem genannten Zeitraum mehr als verdoppelt hatte, während sich die Trächtigkeitsrate nach Erstbesamung von nahezu 70 % im Jahre 1951 auf weniger als 40 % im Jahr 2001 verringert hatte. In der Tat programmierten die Regulationsmechanismen der Kuh mit steigender Milchleistung eine spätere Trächtigkeit, so Staufenbiel (2013), was im Hinblick auf die Reduzierung der metabolischen Konkurrenz und zur Unterstützung einer stabilen Tiergesundheit auch biologisch sinnvoll sei. Bei einem Vergleich von Kühen verschiedener Zuchtwertgruppen und Milchleistungen in einer Herde aus 297 Holstein-Friesian-Kühen hätten sich die Fruchtbarkeitskennziffern Rastzeit, Zwischentragezeit und Zwischenkalbezeit bei Kühen mit höherer Milchleistung deutlich verschlechtert (verlängert!), berichtete der genannte Autor. Gleichwohl schrieb Staufenbiel (2013) Kühen der Rasse Holstein-Friesian auch bei unterschiedlichen Fütterungsniveaus insgesamt gute Nutzungseigenschaften für die Milchproduktion zu und äußerte sich skeptisch zur Nutzung der Kreuzungszucht in der Milchproduktion.

Dennoch kann die Kreuzung von verschiedenen Rinderrassen zu relevantem züchterischem Fortschritt führen (vgl. Schichtl 2007; vgl. Brähmig 2011). Insbesondere, da ihre Heritabilität sehr gering ist, lässt sich die Fruchtbarkeit bei Milchkühen durch Kreuzungszucht und die Nutzung der hierbei auftretenden Heterosiseffekte steigern, ohne dabei große Milchleistungseinbußen in Kauf nehmen zu müssen. Vor allem die Einkreuzung

skandinavischer Rassen eignet sich gut, um die Fruchtbarkeit und Gesundheit der Nachkommen zu verbessern (vgl. Heins und Hansen, 2012). Leifker (2009) berichtete in top agrar online über Ergebnisse von Kreuzungsversuchen, die durch die Landwirtschaftskammer Niedersachsen und das Vereinigte Informationssystem Tierhaltung (VIT) ausgewertet wurden. Dabei waren Daten von 400 Kreuzungstieren aus Schwedisch Rotvieh-Bullen und Holstein-Kühen aus elf Betrieben hinsichtlich Leistung und Fruchtbarkeit analysiert worden. Während die Milchleistung das gewohnt hohe Niveau erreichte, verkürzten sich die Rastzeiten gegenüber den Reinzuchttieren erheblich. Der Anteil der Totgeburten betrug bei Kreuzungstieren lediglich 2,8 % gegenüber 9,6 % bei Reinzuchtkühen.

Zur Beurteilung der aktuellen Fertilitätssituation in einem Rinderbestand dienen in der Regel die sogenannten Fruchtbarkeitskennzahlen. Die vier wichtigsten sind laut Mansfeld et al. (2014) der Erstbesamungserfolg in Prozent, der Trächtigkeitsindex bzw. der Nicht-Trächtigkeitsindex, d. h. die mittlere Anzahl von Besamungen pro tragend bzw. pro nicht tragend gewordener Kuh, die Günstzeit oder Zwischenträchtigkeitszeit, also die Zeitdauer zwischen Abkalbung und erneuter Trächtigkeit, sowie die Kuhabgänge aufgrund von Unfruchtbarkeit pro Zeiteinheit.

Auch Wehrend (2014) zufolge sind Fruchtbarkeitskennzahlen unerlässlich für eine objektive Bestandsbeurteilung im Hinblick auf das Fertilitätsniveau, könnten hierbei allerdings eine Einzeltierbegutachtung nicht ersetzen. Nach Auffassung des genannten Autors handelt es sich hierbei um Leistungsparameter, mit deren Hilfe die Herdenfruchtbarkeit objektiv darstellbar und damit vergleichbar wird. Wegen der sehr unterschiedlichen Rahmenbedingungen („Qualität“ von Haltung, Fütterung

oder Management beispielsweise) eignen sich erhobene Fruchtbarkeitskennzahlen weniger dazu, verschiedene Betriebe oder Bestände miteinander zu vergleichen; vielmehr dienen sie vornehmlich zur Erhebung des innerbetrieblichen Status quo, zur Maßnahmenkontrolle und letztlich zur Verbesserung/Optimierung der Herdenfruchtbarkeit (vgl. Wehrend 2014). Als wirklich relevante Fruchtbarkeitskennzahlen nannte Wehrend (2014) aus insgesamt mehr als 50 in der Fachliteratur aufgeführten Kennzahlen den Erstbesamungserfolg, die Brunstnutzungsrate, das Erstkalbealter und die Abgänge wegen Unfruchtbarkeit.

Erfahrungsgemäß werden zur Beurteilung der Fruchtbarkeit auch die folgenden Kriterien oder Zielgrößen herangezogen und quantitativ wie folgt untersetzt:

- Erstbesamungserfolg
Färsen/Kalbinnen $\geq 65 \%$ / Kühe $\geq 45 \%$
- Trächtigkeitsindex
 ≤ 2
- Güstzeit
 ≤ 115 Tage
- Abgänge aufgrund Unfruchtbarkeit
 $\leq 7 \%$

2.2 Erstkalbealter

Schmidt (1983, 356) definierte das Erstkalbealter als „Alter eines weiblichen Rindes bei der ersten Abkalbung in Tagen oder Monaten“.

Im Hinblick auf das Erstkalbealter gab Schlipf (1898, 353) Folgendes für die Erstlingskuh, wie er diese bezeichnete, zu

bedenken: „Ein zu frühes Zulassen der (weiblichen) Zuchttiere im noch nicht mannbaren Alter liefert schwächliche Nachkommen und bringt den vorhandenen Viehschlag in seinen Eigenschaften herunter.“ Weibliche Rinder kleiner oder mittelgroßer Schläge (Rassen) dürften im Alter von 18–24 Monaten erstmals „zugelassen“, also gedeckt bzw. besamt, werden. Tiere großer Schläge (Rassen) sollten generell etwas später gedeckt werden. Hieraus ergibt sich rechnerisch ein gewissermaßen empfohlenes Erstkalbealter zwischen 27–33 Monaten für die damalige Rinderhaltung.

Wehrend (2014) sprach sich grundsätzlich für ein frühes Erstkalbealter aus, da durch die Geburt des ersten Kalbes und die nachfolgende Milchproduktion die Phase der finanziell unproduktiven Aufzucht beendet werde. Er machte allerdings auch deutlich, dass der maternale Organismus durch (zu frühe) Trächtigkeit und Geburt auch gesundheitliche Schäden erleiden könne.

Nach Mansfeld et al. (2014) soll das Erstkalbealter von Fleckvieh in Deutschland zwischen 25 und 27 Monaten betragen, dasjenige von Holstein-Friesian-Rindern 22 Monate nicht unterschreiten. Hierbei sei selbstverständlich das jeweilige Erstbelegungsalter maßgeblich, welches nicht zuletzt vom erreichten Körpergewicht abhängig zu machen ist.

2.3 Rastzeit

Bei der Rastzeit (RZ) handelt es sich um die Zeitspanne zwischen einer Abkalbung bzw. Verkalbung und der folgenden ersten Besamung, die durch die Dauer der sogenannten freiwilligen Wartezeit und die Qualität sowie

den Erfolg der Brunstbeobachtung bestimmt wird. Es erscheint naheliegend und der Gesundheit der Kuh zuträglich, wenn die Tierhalter bzw. das zuständige Management Kühen nach dem Abkalben eine „freiwillige“ Wartezeit einräumen, innerhalb derer keine Besamung durchgeführt wird. Die Dauer dieser Wartezeit soll nach Angaben von MSD Tiergesundheit PARTNERS IN REPRODUCTION (o.J.) zwischen 45 und 70 Tagen betragen; Wartezeiten von weniger als 45 Tagen würden deutlich schlechtere Konzeptionsraten zur Folge haben.

Von Ebertus et al. (1983, 1009) wurde die Rastzeit, fortpflanzungstechnisch orientiert, als „Serviceintervall“ und Teil des jährlichen Reproduktionszyklus bezeichnet. Allerdings wurde von ihnen auch auf das Erfordernis einer biologischen Rastzeit, eines „ausreichend lange[n] Zeitabstand[es] zwischen Geburt und folgendem Trächtigkeitsbeginn, der Voraussetzung für eine regelmäßige Geburtenfolge ist“, aufmerksam gemacht. Als Grenzwerte der Rastzeit für Einzeltiere nannten die o. g. Autoren 30 bis 80 Tage, während für Kuhherden damals zwischen 50 und 60 Tage gelten sollten.

Da es sich bei der Rastzeit um den Zeitraum zwischen Partus und der ersten nachfolgenden Besamung handelt, ist es unerheblich, ob die letztgenannte tatsächlich zum gewünschten Erfolg (Konzeption) führt oder nicht. Sie setzt sich aus der sog. „freiwilligen Wartezeit“ und der „unfreiwilligen Wartezeit“ zusammen und ist somit auch direkt durch die Qualität des betrieblichen Herdenmanagements zu beeinflussen.

Die freiwillige Wartezeit, auch physiologische (biologische; vgl. Ebertus et al. 1983, 1009) Wartezeit genannt, beträgt meist 45 bis 70 Tage post partum. Generell ist davon auszugehen, dass Kühe mit hoher Milchleistung länger

benötigen, um wieder zyklisch zu werden und auch sichtbare Brunstsymptome zu zeigen, um dann erfolgreich besamt werden zu können.

2.4 Günstzeit

Ebertus et al. (1983, 1356) charakterisierten die Günstzeit (GZ), die von ihnen vorzugsweise als Zwischenträchtigkeitszeit, aber auch als Serviceperiode oder Zwischentragezeit bezeichnet wurde, als „Zeitraum in Tagen zwischen letzter Geburt oder einem Abort und darauffolgender, zur Konzeption führender Besamung oder Bedeckung“. Dabei sei der Tag der Geburt als Tag Null, der Tag der erfolgreichen Belegung (Befruchtung) als letzter Tag der Günstzeit bzw. Zwischenträchtigkeitszeit anzusehen. Insoweit könne die GZ als Maßstab zur Beurteilung der Reproduktionsleistung für Einzeltiere, Herden und Populationen herangezogen werden, so Ebertus et al. (1983, 1356). Von ihnen wurden in diesem Zusammenhang Herdenmittelwerte von 60 bis 85 Tagen sowie eine Variationsbreite für die Einzeltiere von 30 bis 130 Tagen für die damalige DDR-Rinderhaltung angegeben. Nach MSD Tiergesundheit PARTNERS IN REPRODUCTION (o.J.) ist „die Günstzeit [...] der Zeitraum zwischen Abkalbung und erstem Trächtigkeitstag“. Diese setze sich aus der Rastzeit, dem Zeitraum zwischen Abkalbung und erster Besamung, und der Verzögerungszeit zusammen, die aus der Zeitspanne bis zum Auftreten der ersten Brunst post partum bei entsprechend qualifizierter Brunstbeobachtung und dem folgend eintretenden Besamungserfolg resultiert, ist dort sinngemäß aufgeführt.

Wehrend (2014) wies darauf hin, dass ein Richtwert für die Günstzeit schwer zu benennen sei, da der optimale Wert von

der Milchleistung abhängig gemacht werden müsse. Je höher die Leistung ist, desto länger sei die GZ aufgrund der Laktationspersistenz und der Dauer der NEB. Gleichwohl müsse als Bestandsziel gelten, ein Kalb von jeder Kuh in jedem Jahr zu erhalten, so Wehrend (2014) weiter. Nach Mansfeld et al. (2014) sollte die GZ in einem Milchviehbestand aus wirtschaftlicher Sicht zwischen 85 und 115 Tagen betragen, um eine optimale Zwischenkalbezeit von 12 bis 13 Monaten zu erreichen. Identische Angaben zur Dauer der GZ finden sich auch bei MSD Tiergesundheit PARTNERS IN REPRODUCTION (o.J.). Nach übereinstimmender Auffassung wird diese maßgeblich vom Besamungserfolg, der Qualität der Brunstbeobachtung und der Dauer der Rastzeit, die sich aus freiwilliger und unfreiwilliger Wartezeit zusammensetzt, bestimmt.

2.5 Zwischenkalbezeit

Die Zwischenkalbezeit (ZKZ), von Schaetz und Schmidt (1983, 1356) auch Kalbepause genannt, wird bei MSD Tiergesundheit PARTNERS IN REPRODUCTION (o.J.) definiert als „die Zeit, die zwischen zwei Kalbungen bei einer Kuh vergeht.“ Angestrebt werde ein Wert von etwa 12 bis 13 Monaten für eine Herde, worauf die freiwillige Wartezeit, die Rastzeit und die Günstzeit Einfluss hätten, ist dort weiter zu lesen.

Nach Schichtl (2007) soll die Zwischenkalbezeit ca. 365 Tage betragen, aber 395 Tage nicht überschreiten. Dies sei vor allem abhängig von der Günst- und Tragezeit; aber auch ein gutes Herdenmanagement, wie z. B. qualifizierte Brunstbeobachtung oder eine kurze freiwillige Wartezeit, könnten dazu beitragen, die Günstzeit möglichst gering zu halten. Nach Arbel et al. (2001) kann es jedoch durchaus

sinnvoll sein, hochleistenden Kühen eine längere freiwillige Wartezeit einzuräumen.

3. Gesundheit

Für den Begriff der Gesundheit existiert die folgende Definition der Weltgesundheitsorganisation (1947, zit. n. Der Große Knaur, 1982, 2888): „Zustand des vollständigen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlbefindens und nicht nur des Freiseins von Krankheiten und Gebrechen“. Diese aus der Humanmedizin und -soziologie stammende Begriffsbestimmung ist auf unsere landwirtschaftlichen Nutztiere selbstverständlich nicht vollinhaltlich übertragbar. Kronberger (1983, 454) beschrieb im Wörterbuch der Veterinärmedizin den Zustand gesund wie folgt: „Frei von Krankheit, in Einklang und Gleichgewicht mit den Lebensbedingungen einer adäquaten Umwelt, im Zustand des Wohlbefindens, fähig zu artspezifischer, angemessener Leistung“. Die Gesundheit selbst definierte er dort folgendermaßen: „Zustand der Übereinstimmung der Stoffwechselfunktionen des Organismus mit seiner Umwelt, des Gleichgewichtes mit den Lebensbedingungen einer adäquaten Umgebung, des Wohlbefindens, des Freiseins von Störungen und Krankheit, Voraussetzung für artspezifische, angemessene Leistung“ (Kronberger 1983, 454).

3.1 Gesundheit versus Milchleistung

Anacker (2003) führte zur Klärung der Frage, ob Hochleistung und Gesundheit bei Milchkühen vereinbar sind, zwischen 1998 und 2002 entsprechende

Untersuchungen in einem thüringischen Referenzbetrieb mit 350 Milchkühen und einer Milchleistung von durchschnittlich 11.000 kg Milch/Kuh/Jahr durch. In seinem Resümee stellte er auf S. 57 fest, „dass hohe Leistungen nicht unbedingt die Gesundheit des Einzeltieres verschlechtern, es werden aber höhere Aufwendungen getätigt, um die Gesundheit erkrankter Tiere wiederherzustellen.“ Der genannte Autor wies allerdings auch auf eine Zunahme der Behandlungszahlen je Kuh sowie auf einen damit verbundenen Anstieg der Kosten für Medikamente und tierärztliche Leistungen innerhalb des oben genannten Zeitraumes hin.

Pieper (2010) gelangte bei Untersuchungen einer ökologisch geführten Holstein-Friesian-Milchkuhherde im Rahmen ihrer Dissertation unter anderem zu den folgenden Schlussfolgerungen:

- Die Zucht auf hohe Leistung führt zu einer ökonomisch relevanten Milchleistungssteigerung ohne Verschlechterung der Gesundheit oder Einbußen in der Adaptationsfähigkeit des Stoffwechsels an äußere und innere Stressoren.
- Ein hohes genetisches Milchleistungspotenzial bedeutet nicht gleichsam auch hohe Erkrankungsraten. Ein hohes genetisches Milchleistungspotenzial ist mit einer stabilen Gesundheit vereinbar.

Fölsche (2012) kam bei der Auswertung umfangreicher „Patientendaten“ der Klinik für Klautiere an der Freien Universität Berlin, die von der dortigen Datenbank zwischen 1995 und 2010 erhoben worden waren, zu dem Ergebnis, dass einzig für die Fruchtbarkeit eine gewisse antagonistische Beziehung zu hoher Milchleistung nachzuweisen war. Die

Euter-, Stoffwechsel- und Klauengesundheit waren dagegen nicht oder sogar vorteilhaft mit der Milchleistung verknüpft. Lediglich Probleme mit Labmagenverlagerungen traten signifikant häufiger in Beständen mit höherer Milchleistung auf. Herden mit höherer Milchleistung hatten aber signifikant seltener Probleme mit der Klauen- und Gliedmaßen-gesundheit sowie geringere Remontierungsraten, so lauteten weitere Feststellungen von Fölsche (2012). Hohe Milchleistung allein könne demnach nicht als Ursache für zunehmende Bestandsprobleme oder unzureichende Fruchtbarkeit gelten; vielmehr hätten gesunde Herden eine höhere Milchleistung, führte Fölsche (2012) weiter aus und berief sich dabei auf die Arbeit von Busch aus dem Jahr 2004, der in hoher Milchleistung den Ausdruck guter Tiergesundheit sah.

Brade (2016) charakterisierte den Zustand der negativen Energiebilanz (NEB) als normale Anpassung der Milchkuh an die Erfordernisse zur Energieabgabe bei Laktationsbeginn. Hierdurch könne die hochleistende Milchkuh ihre maximale Leistung noch in der Phase eines Energiedefizits erreichen, indem neben der Futterenergie körpereigenes Fett und Eiweiß mobilisiert werden. Nach seinen Angaben hat die konsequente Steigerung der Milchleistung in den letzten Jahren allerdings zu einer erheblichen Ausweitung des Umfangs und der Dauer der NEB sowie der Mobilisierung körpereigener Reserven bei Hochleistungskühen geführt und dadurch maßgeblichen Einfluss auf die Stoffwechselbelastung und das Wohlbefinden der Tiere genommen. Zur Vermeidung unerwünschter Entwicklungen müsse dies künftig bereits im Zuchtziel, speziell bei Holsteins, beachtet werden, forderte Brade (2016).

Ob und inwieweit eine länger andauernde NEB von Hochleistungskühen mit dem unter 3. formulierten Anspruch an Gesundheit und Wohlbefinden noch vereinbar ist, erscheint diskussionswürdig. So veröffentlichte beispielsweise Staufenbiel (2001) eine entsprechende Arbeit unter dem Titel: „*Sind unsere Hochleistungskühe noch gesund? Eine kritische Betrachtung am Beispiel der Ketose.*“

3.2 Gesundheitsparameter

Fölsche (2012) verwendete in ihrer Dissertation für die Bewertung der Gesundheit und Fruchtbarkeit von Milchkühen die Eutergesundheit (Merkmale: Mastitiden, somatische Zellzahl), die Fruchtbarkeitsgesundheit (Merkmale: Rastzeit, Besamungsindex, Zwischenkalbezeit, Schweregeburten, Ovarialzysten, Metritiden etc.), die Stoffwechselgesundheit (Merkmale: Gebärparese, Ketose, Labmagenverlagerung), die Klauengesundheit (Merkmale: Panaritien, Klauensohlengeschwüre) sowie Remontierungsraten. Dabei nutzte sie auch Gesundheitsparameter, die bereits von Schmiedel (2008) verwendet worden waren.

Rickerts (2014) führte nach Euterentzündungen und Fruchtbarkeitsstörungen die Lahmheiten als drittwichtigsten Grund für wirtschaftliche Einbußen in Milchviehbetrieben an und bezog sich dabei auf Angaben von Greenough et al. aus dem Jahr 1997. Dabei müsste seiner Auffassung nach allerdings bedacht werden, dass Lahmheiten, die beispielsweise als Folge von Panaritien oder Klauen-Sohlen-Geschwüren auftreten, nicht durch hohe Milchleistungen verursacht werden, sondern diese eher verhindern. Fölsche (2012) bestätigte dies und wies darauf hin, dass höhere Milchleistungen nicht automatisch zu schlechter

Klauengesundheit führten; vielmehr könnten Kühe ohne Lahmheiten mehr Milch produzieren. Auch deshalb zählen ausgeprägte Lahmheiten zu den wesentlichen Abgangsursachen in Milchviehhaltungsbetrieben, also den Gründen für eine Merzung betroffener Kühe. Gleichwohl sah Pieper (2010) einen Zusammenhang zwischen steigender Milchleistung und dem zunehmenden Auftreten von Lahmheiten bzw. Klauenerkrankungen sowie wachsender Mastitiswahrscheinlichkeit.

III. Material und Methoden

1. Allgemeines

1.1 Versuchsbetrieb

Als Versuchsbetrieb fungierte das Lehr- und Versuchsgut (LVG) Oberschleißheim der Tierärztlichen Fakultät der LMU München, welches diese Funktion am 01.09.1956 aufnahm, nachdem es bereits seit 1810 als Bayerisches Staatsgut betrieben worden war (Schwab 2010). Auf dem Gelände werden neben dem Rinderbestand mit Herden von Deutschen Holsteins, von Deutschem Fleckvieh sowie deren Nachkommen weitere Versuchstiere wie Schweine, Schafe sowie Alpakas zu Lehr- und Forschungszwecken gehalten.

1.2 Versuchszeitraum

Im Zeitraum vom 01.01.2010 bis 31.12.2016 wurden die entsprechenden Daten von allen Milchkühen des LVG gesammelt, die in dieser Zeit gekalbt hatten. Dabei wurden die Kühe des Bestands einbezogen, die ab 01.01.1997 geboren wurden.

1.3 Versuchstiere

Am LVG wurden bis April 2014 vornehmlich Rinder der Rassen „Deutsche Holsteins“ und „Deutsches Fleckvieh“ mithilfe der Wechsellkreuzungszucht verpaart (vgl. Schichtl 2007; Brähmig 2011). Die entsprechenden weiblichen Nachkommen wurden im Rahmen des nachfolgenden Zuchtprogramms (ab April 2014) auf Deutsches Fleckvieh

rückgekreuzt. Die Verpaarungen wurden grundsätzlich und nahezu ausschließlich als künstliche Besamungen durchgeführt. Die hierbei erzielten züchterischen Ergebnisse und deren Bewertung sind Gegenstand dieser wissenschaftlichen Arbeit.

1.3.1 Allgemein

Der Rinderbestand des LVG setzt sich aus Deutschen Holsteins, Deutschem Fleckvieh und deren Kreuzungsprodukten zusammen. Die Nachzuchten stammten (mit Ausnahme von 5 zugekauften Fleckvieh-Kalbinnen) alle aus dem eigenen Betrieb und waren überwiegend durch künstliche Besamung generiert worden. Um die Vielzahl von verschiedenen Fleckvieh-Genanteilen überschaubar strukturieren und auswerten zu können, wurden die Milchkühe in insgesamt sieben Klassen zusammengefasst. Diese setzten sich wie folgt zusammen:

Tabelle 1: Zusammenfassung der Versuchstiere nach Fleckvieh-Genanteilen (Fv = Deutsches Fleckvieh)

% Fv	0	10	30	50	70	90	100
berechneter Fleckvieh-Genanteil in %	0	0,1 bis 20	20,1 bis 40	40,1 bis 60	60,1 bis 80	80,1 bis 99,9	100
Anzahl der Kühe	72	23	120	89	117	21	107

Insgesamt flossen maximal 549 Kühe (von der ersten bis neunten Laktation) in die Auswertungen – insbesondere der Gesundheits- bzw. Behandlungsdaten - ein, die im Zeitraum

zwischen 01.01.1997 und 31.12.2014 geboren wurden und zwischen dem 18.02.1999 und 17.02.2017 gekalbt haben. Für andere Merkmale wie z.B. Fruchtbarkeit fiel die in die Auswertung einfließende Anzahl Kühe niedriger aus, da die nutzbaren Datenbanken unterschiedliche Auswertungszeiträume beinhalteten.

1.3.2 Kreuzungsverfahren

Die Wechselkreuzung von Deutschen Holsteins mit Fleckvieh erfolgte bis April 2014; anschließend wurde eine Rückkreuzung mit Deutschem Fleckvieh begonnen, wobei hauptsächlich nur noch reine Fleckviehtiere als Vater eingesetzt wurden. Nur 5 reingezüchtete Holsteinkühe verblieben in der Herde.

1.3.3 Fruchtbarkeitsdaten

Daten für das Erstkalbealter:

Für die Untersuchung des Erstkalbealters kamen Daten aus einem Pool von insgesamt 364 Versuchstieren zur Auswertung. Darin enthalten waren die Daten aller Kühe, die zwischen dem 01.01.2000 und dem 31.12.2014 geboren worden waren und mindestens eine Abkalbung vorweisen konnten.

Tabelle 2: Anzahl und Prozentsatz der Kühe mit verschiedenen Fleckvieh-Genanteilen (% Fv) bezüglich des Erstkalbealters

% Fv	0	10	30	50	70	90	100
Anzahl der Rinder	50	19	96	37	82	19	61
% Anteil	13,74	5,22	26,37	10,16	22,53	5,22	16,76

Daten für Rastzeit, Güstzeit und Zwischenkalbezeit:

Für diese Untersuchungen kamen Daten von insgesamt 349 Versuchstieren zur Auswertung. Berücksichtigt wurden dabei der Abkalbezeitraum vom 01.01.2010 bis zum 31.12.2016 und alle Kühe mit zwei bis maximal neun Laktationen. Im entsprechenden Versuchsmodell wurden Laktationsklassen von eine bis fünf Laktationen gebildet, wobei in der Laktationsklasse 5, aufgrund der geringen Anzahl an verfügbaren Daten, Kühe mit fünf bis neun Laktationen zusammengefasst wurden. Darüber hinaus wurden die Abkalbungen auch „saisonal“ kategorisiert und hierzu in Zweimonatsgruppen zusammengefasst. Abkalbungen in den Monaten Januar und Februar standen beispielsweise für Gruppe 1; Abkalbungen in den Monaten November und Dezember zählten folglich zur Gruppe 6.

Tabelle 3: Anzahl und Prozentsatz der Kühe mit verschiedenen Fleckvieh-Genanteilen (% Fv) bezüglich Rast-, Güst- und Zwischenkalbezeit

% Fv	0	10	30	50	70	90	100
Anzahl der Rinder	48	18	91	35	79	19	59
% Anteil	13,75	5,16	26,07	10,03	22,64	5,44	16,91

Daten für Abgangsalter sowie Laktationsleistung im Abgangsjahr:

Insgesamt flossen Daten von 236 Kühen in die Auswertung mit ein, welche in den Jahren von 01.01.2000 bis 31.12.2014 geboren wurden.

1.3.4 Gesundheitsdaten

Daten für Gesundheit/ Behandlungen:

In der vorliegenden Arbeit wurden Gesundheitsdaten in Anlehnung an Schichtl (2007) erhoben und ausgewertet, die im Rahmen der tierärztlichen Betreuung des Milchkuhbestandes im LVG Oberschleißheim in dem gemäß Aufgabenstellung relevanten Zeitraum dokumentiert worden waren. Dabei handelte es sich nicht um echte Gesundheitsdaten, sondern um Krankheitsdaten, die nach entsprechender Diagnosestellung die dokumentierte tierärztliche Behandlung zur Folge hatten. Die Daten der einzelnen Behandlungen wurden durch die betreuenden Tierärzte an das Datenerfassungssystem des LVG übermittelt. Dabei wurden insgesamt 15 „Gesundheitsparameter“ unterschieden, die bzw. deren zugehörige Einzeldaten beim LVG tiermedizinisch und EDV-technisch erfasst und dokumentiert wurden und werden. Diese beziehen sich auf Organsysteme, Organe, tierärztliche Fachgebiete für verschiedene Organe oder Organsysteme (Geburtshilfe, Gynäkologie) oder verschiedene Erkrankungen.

Da Erkrankungen von „Körperhöhlen, Leber, Pankreas, endokrinen Organen“, „Infektionskrankheiten“ und „parasitäre Erkrankungen“ im Versuchszeitraum lediglich in zwölf, neun beziehungsweise vier Fällen diagnostiziert wurden und tierärztliche Behandlungen erforderlich machten, wurde eine vergleichende statistische Auswertung dieser zahlenmäßig beschränkten und wenig aussagefähigen Daten nicht vorgenommen. Daher wurden diese der Vollständigkeit halber zwar ebenfalls aufgelistet, aber in Klammern gesetzt.

Die nachfolgenden „Gesundheitsparameter“ wurden unterschieden:

- Atmungsapparat
- Bewegungsapparat
- Euter
- Geburtshilfe
- Gynäkologie
- Haut, Unterhaut, Haare
- Hörner, Schwanz
- [Infektionskrankheiten]
- Klauen
- Kreislaufapparat und Blut
- [Körperhöhlen, Leber, Pankreas, endokrine Organe]
- [Parasitäre Erkrankungen]
- Stoffwechsel- und Mangelkrankheiten
- Verdauungsapparat (Magen- und Darmtrakt)
- ZNS, Sinnesorgane, Verhalten

Tabelle 4: Anzahl und Prozentsatz aller Rinder nach Fleckvieh-Genanteilen (%Fv) bezüglich Gesundheitsdaten

% Fv	0	10	30	50	70	90	100
Anzahl der Rinder	72	23	120	89	117	21	107
% Anteil	13,11	4,19	21,86	16,21	21,31	3,83	19,49

Insgesamt gingen 25.826 Datensätze in diese Auswertung ein, die tiermedizinische Behandlungsdaten inklusive prophylaktische Maßnahmen beinhaltete. Dadurch konnte

sichergestellt werden, dass alle im Auswertungszeitraum vorhandenen Kühe Berücksichtigung fanden und darauf basierend der jeweilige Anteil behandelter Kühe (ohne „Prophylaxe“, wie z.B. Klauenpflege, Trockenstellen, Antiparasitenbehandlung, Muttertierimpfung oder BRSV-Impfung) ermittelt werden konnte. Entsprechend verblieben 14.904 Datensätze außerhalb der Prophylaxe bzw. Routine in der Auswertung.

1.4 Haltungssystem

Die Milchkühe des LVG wurden ganzjährig in einem geschlossenen Boxenlaufstall mit Betonspaltenböden gehalten, der ein westliches und ein östliches Abteil aufwies, die durch den Futtertisch getrennt waren. In jedem Abteil befanden sich zwei Blöcke mit je 16 doppelreihigen Liegeboxen. Beide Abteile waren mit Fressfanggittern ausgestattet. Die Mistentsorgung erfolgte durch eine Flüssigmistanlage; als Belüftungssystem kam die Trauf-First-Lüftung mit sechs Großraumventilatoren zum Einsatz.

Die Fleckvieh-Kühe, Deutsche-Holstein-Kühe und Kreuzungstiere wurden auf beide Abteile gleichmäßig verteilt. Jedes Abteil hatte einen eigenen Zugang zum automatischen Melksystem (AMS). Tränkebecken waren pro Block jeweils zwei vorhanden, eines an der südlichen und eines an der nördlichen Seite.

Alle Blöcke konnten von den Rindern auf den Laufgängen vollständig umrundet werden. Für den notwendigen Kuhkomfort war jedes Abteil mit einer automatischen Bürste und zwei Wannen mit Lecksteinen ausgestattet (vgl. Brähmig 2011).

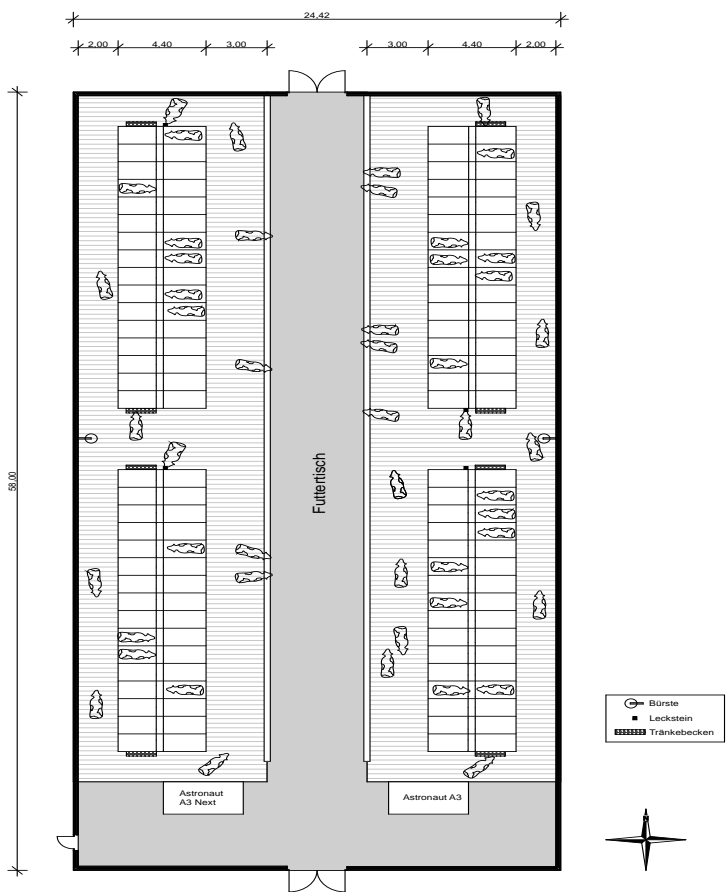


Abbildung 3: Skizze Stall

Ostabteil:

- Liegeboxen als Tiefboxen mit Stroheinstreu
- 1,15 m breit und 2,20 m lang
- Betonspaltenboden
- Breite des Laufgangs zur Außenwand 2 m
- Breite des Laufgangs zum Futtertisch 3 m

Westabteil:

- Liegeboxen als Hochboxen mit Gummiliegematten
- 1,15 m breit und 2,20 m lang
- 0,20 m Kantenhöhe
- Boden mit elastischen Auflagen einschließlich 20% abrasiver Oberfläche ausgelegt
- Breite des Laufgangs zur Außenwand 2 m
- Breite des Laufgangs zum Futtertisch 3 m

Die trockenstehenden Kühe kamen acht Wochen vor der Abkalbung entweder in den Mehrzweckstall 1, der seit 11.01.2012 als Laufstall 20 Tieren Platz bietet, oder auf die Weide. Das Haltungssystem für die Trockensteher im Mehrzweckstall 1 war im Jahr 2011 von einer Anbindehaltung im Langstand mit Kramer-Riemen und Gitterrost mit 40 Plätzen zu einem Laufstall mit 20 Plätzen umgebaut worden.

Erstkalbinnen (aus dem Rinderstall 2) wurden drei Wochen, Kühe zwei Wochen vor dem jeweiligen Abkalbetermin (zurück) in den Laufstall verbracht, damit sie sich (wieder) an ihr Hauptfutter, die totale Mischration (TMR), gewöhnen konnten. 2–3 Tage ante partum kamen die Kühe in den Abkalbestall mit Anbindehaltung und Langstand, Kramer-Riemen und Gitterrost. Dieser hat Platz für 14 Tiere und wurde, sofern erforderlich, auch als Krankenstall genutzt.

Wenn bei der Geburt keine Komplikationen auftraten, wurden die Tiere 4-6 Tage post partum wieder im Boxenlaufstall aufgestellt.

1.5 Melken

Wie schon erwähnt, hatten alle Kühe der beiden Abteile jeweils an der südlichen Stirnseite jederzeit Zugang zum AMS. Dieses stammte von der Firma Lely Industries N.V. Maasland/Netherlands. Im Ostabteil handelte es sich um eine Anlage vom Typ „Astronaut A3“ und im Westabteil vom Typ „Astronaut A3 Next“. Beide verfügten auch über das Nedap X-Pert-Managementsystem und einen Netzwerkanschluss.

Dieses automatische Milchentzugssystem wurde täglich zwischen 2–4-mal pro Kuh aufgesucht. Dort erhielten die Kühe je nach Milchmenge und Laktationsstadium ihre milchleistungsbezogene individuelle Kraftfütterration. Eine „Melkberechtigung“ wurde den Tieren alle sechs Stunden erteilt.

Die Anlage wurde von vier Vollzeitarbeitskräften und einem Herdenmanager (Herr Saller) in zwei Schichten bedient. Die genannten Mitarbeiter führten die Erstkalbinnen jeweils zu ihrem ersten „Melkmaschinenbesuch“ und kümmerten sich auch um Kühe, die länger als zwölf Stunden das AMS nicht aufgesucht hatten. Aufgrund des verlockenden zusätzlichen Kraftfutterangebotes suchten die Milchkühe das AMS generell gern (freiwillig) auf.

1.6 Brunstbeobachtung/Besamung

Für die Brunstbeobachtungen waren alle im Stall tätigen Personen zuständig, also Tierärzte, Herdenmanager (=Versuchstechniker) und Melker. Als Hauptverantwortlicher und Ansprechpartner fungierte allerdings der zuständige Herdenmanager. Die genannten Mitarbeiter waren dazu angehalten, jegliche Brunstsymptome, wie z. B. Schwellung der Scham, Aufspringen, Duldungsreflexe, Belecken der Artgenossen oder Abgang von Brunstschleim sofort an ihn oder einen Tierarzt zu melden.

Zusätzlich waren alle Kühe mit einem Halsriemen und integriertem Transponder, bestehend aus einem Beschleunigungssensor und Mikrofon, ausgerüstet, der auch über die Messung der Häufigkeit der Kopfbewegungen und der Wiederkauaktivität eine Aktivitätsmessung zuließ. Tiere, die entsprechend des verwendeten Herdenmanagementsystems T4C (Time for Cows, Lely) eine erhöhte Aktivität bzw. verringerte Wiederkauaktivität zeigten, wurden dann genauer vom Herdenmanager beobachtet.

Wie unter 1.3 bereits ausgeführt, wurden die Kühe des LVG nahezu ausschließlich künstlich besamt. Der betriebseigene Fleckvieh-Deckbulle kam nur in speziellen Fällen zum Einsatz. Die freiwillige Wartezeit betrug mindestens 40 Tage, d.h., vorherige Brunsten wurden für eine Besamung gezielt nicht genutzt.

Hochleistungskühen mit Milchmengenleistungen von mehr als 45 kg am Tag wurde eine verlängerte freiwillige Wartezeit eingeräumt und diese bis auf 100 Tage verlängert. Jeweils 30 Tage nach der Besamung erfolgte eine Trächtigkeitsuntersuchung mittels Ultraschall.

1.7 Stallarbeit

Die Stallarbeit wurde durch das Stallpersonal des LVG durchgeführt. Die Spaltenböden eines jeden Abteils wurden mithilfe des Lely Mistschieberoboters Modell „Discovery“ gereinigt (vgl. Brähmig 2011).

Im östlichen Abteil wurden die Tiefboxen täglich mit einer Stroh-Kalk-Wasser-Mischung im Verhältnis 3:2:1 eingestreut, bei Bedarf glattgezogen und einmal wöchentlich gekalkt. Das westliche Abteil mit seinen Hochboxen wurde täglich gereinigt und gekalkt.

Das AMS inklusive der zugehörigen Leitungen wurde täglich jeweils um 12 Uhr, 20 Uhr und 4 Uhr einer Hauptreinigung unterzogen. Um die gemolkene Milch so keimfrei wie möglich zu gewinnen, wurden die Leitungen mit alkalischem und jedes dritte Mal mit saurem Reinigungs- und Desinfektionsmittel gespült und anschließend mit klarem Wasser von Trinkwasserqualität nachgespült.

Nach Benutzung des AMS durch Kühe mit erhöhten Milchzellgehalten oder höherer Leitfähigkeit der Milch wurde dieses anschließend jedes Mal komplett mit einer Desinfektionslösung gespült und anschließend nachgespült.

Kühe, deren Milch aufgrund von Arzneimittelanwendungen wegen der vorgeschriebenen Wartezeit nicht als Lebensmittel gewonnen werden durfte, wurden in den Abkalbestall verlegt und dort einzeln mittels Rohrmelkanlage gemolken.

Neben der Reinigung und Desinfektion war das Stallpersonal auch für die Fütterung der Tiere zuständig. Diese erfolgte im Laufstall zweimal täglich und im Abkalbestall einmal täglich. Dabei wurde die TMR, die aus einem Grundfutter- und einem Kraftfutteranteil bestand, mit

einem Futtermischwagen transportiert und verteilt (vgl. Brähmig 2011).

1.8 Trockenstellen

Um die Kühe trocken zu stellen, wurden diese acht Wochen vor dem errechneten Abkalbetermin sofort von einer auf die andere Melkzeit nicht mehr gemolken. Zur „Versiegelung“ der Zitzen eutergesunder Kühe wurde „Orbeseal“ instilliert. Bei Kühen mit erhöhter Milchzellzahl kamen nach Anfertigung und Auswertung eines entsprechenden Antibiotogramms speziell ausgewählte antibiotikahaltige „Trockensteller“ zum Einsatz. Dies betraf etwa 50 % der Herde.

Zusätzlich bekamen alle Kühe zweimal eine Gabe des Spurenelementbolus „Rumifert“.

Gab eine Kuh länger als an drei aufeinanderfolgenden Tagen weniger als 10 kg Milch, so wurde diese vorzeitig trocken gestellt. Die ersten fünf bis sechs Wochen der Trockenstehphase wurden die Tiere im Mehrzweckstall 1 bzw. auf der Weide untergebracht. Um die Erstkalbinnen an die TMR und die Aufnahme des diesbezüglichen Futtervolumens zu gewöhnen, wurden diese bereits drei Wochen vor dem Kalbetermin, allerdings ohne „Melkberechtigung“, in den Laufstall eingestallt; die älteren Milchkühe blieben zwei Wochen vor dem Abkalbetermin im Mehrzweckstall 1 bzw. auf der Weide.

1.9 Fütterung

Die Tiere erhielten 2 x täglich eine TMR; diese enthielt neben dem Grundfutter auch einen Kraftfutteranteil (je nach

Futtersituation 1 kg bis 2 kg). Die TMR (inklusive Kraftfutteranteil) war auf 24 kg Milch/Tag ausgelegt. Im Melkroboter wurde den Kühen dann ihr restliches Kraftfutter, je nach Milchleistung, kuhspezifisch zugeteilt (maximale Menge 9 kg). Alle Kühe erhielten zusätzlich ab dem Tag der Abkalbung 30 Tage lang ein Gemisch (150 ml) aus Rohglycerin (55 %) und 1.2-Propandiol (45 %) zur Ketoseprophylaxe.

Gesamtration an Kraftfutter (Melkroboter und TMR):

0–40 Tage post partum: 2–8 kg

40–60 Tage post partum: Zuteilung leistungsspezifisch

50 Tage vor dem Trockenstellen: 1 kg

Im AMS wurde den Kühen das Hochleistungskraftfutter (KF 1) und das Standardkraftfutter (KF 6) zugeteilt; welches zudem Bestandteil der TMR war.

Tabelle 5: Zusammensetzung der Futtermittel in % Frischmasse

Kraftfutter		Grundfutter		
Über TMR + AMS (KF 6)	Über AMS (KF 1)*	Trockensteher*	Laufstall	
0	0	39,2	51,7	Maissilage
0	0	49	41,1	Grassilage
24	11	1,6	1,7	Rapsschrot
18	20,4	0	1,7	Sojaschrot
25,5	31,9	0	0,2	Körnermais
15,5	20,6	0	0,2	Weizen
15,4	10,1	0	0,2	Gerste
0	1	0	0	Sojaöl
0	0	9,8	2,1	Gerstenstroh
0	0	0	0,6	Melasse
1,2		0	0,1	Kohlensau- -rer Kalk
0,4		0,1	0,1	Viehsalz
100	95	99,7	100	GESAMT

*zusätzlich zum KF 1 (AMS): 3 % Salvana Profeed-Fat
 (= pansenstables Fett)
 2 % Salvana Aktiv Hefe
 11,5 Ca

*zusätzlich zur Trockenstellerration: 0,3 % Salvana
 1104 Prenatal Beta

2. Statistische Methoden

2.1 Allgemeines

Die statistische Auswertung der Versuchsergebnisse wurde im Sinne bestmöglicher Vergleichbarkeit in Anlehnung an die bereits von Schichtl (2007) sowie Brähmig (2011) hierfür verwendeten Verfahren durchgeführt. So erfolgte beispielsweise der Einsatz des SAS-Programms (Version 9.3, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Dabei kamen zwei unterschiedliche Bearbeitungsansätze zum Einsatz: die Varianzanalyse unter Verwendung eines Mischmodellansatzes mittels REML (restricted maximum likelihood) und die Häufigkeitsanalyse. Das Signifikanzniveau für alle t- und F-Tests wurde mit $p \leq 0,05$ festgelegt.

Um die fixen Effekte der verschiedenen Einflussfaktoren auf Signifikanz zu überprüfen, wurde der F-Test (SAS Typ-III-Test) angewendet. Mithilfe der Kleinste-Quadrate-Mittelwerte (LSM = least squares means) wurden alle normalverteilten Leistungsmerkmale (Variablen) der fixen Effekte wie z.B. „Fleckvieh-Genanteil“ berechnet.

Zur statistischen Auswertung der verschiedenen Gesundheitsparameter bzw. Behandlungen wurde eine Proc-Freq-Häufigkeitsanalyse mittels SAS 9.3 durchgeführt. Der Anteil behandelter Kühe (%) innerhalb Organsystem wurde innerhalb Fleckvieh-Genanteil-Klasse jeweils auf die Anzahl der in dieser Klasse vorhandenen Kühe bezogen.

2.2 Modelle

Modell für Erstkalbealter

$$y_{ijk} = \text{Fleckvieh-Genanteil}_i + \text{Geburtsjahr}_j + \text{Zufallsfehler}_{ijk}$$

mit

$$i = 1-7 \text{ (0, 10, 30, 50, 70, 90, 100 \%)}$$

$$j = 1-15 \text{ (2000 - 2014)}$$

$$k = 1-364$$

Modell für Rastzeit, Güstzeit und Zwischenkalbezeit

$$y_{ijklm} = \text{Fleckvieh-Genanteil}_i + \text{Laktationsnummer}_j + \text{Kalbejahr}_k + \text{Abkalbesaison}_l + \text{Zufallsfehler}_{ijklm}$$

mit

$$i = 1-7 \text{ (0, 10, 30, 50, 70, 90, 100 \%)}$$

$$j = 1-5 \text{ (1, 2, 3, 4, >4)}$$

$$k = 1-7 \text{ (2010-2016)}$$

$$l = 1-6 \text{ (Jan/Feb; Mar/Apr; Mai/Jun; Jul/Aug; Sep/Okt; Nov/Dez)}$$

$$m = 1-349$$

Modell für Abgangsalter

$$y_{ijk} = \text{Fleckvieh-Genanteil}_i + \text{Abkalbesaison}_j + \text{Zufallsfehler}_{ijk}$$

mit

$i = 1-7$ (0, 10, 30, 50, 70, 90, 100 %)

$j = 1-6$ (Jan/Feb; Mar/Apr; Mai/Jun; Jul/Aug; Sep/Okt; Nov/Dez)

$k = 1-236$

Modell für Laktationsleistung im Abgangsjahr

$$y_{ijkl} = \text{Fleckvieh-Genanteil}_i + \text{Geburtsjahr}_j + \text{Laktationsnummer}_k + \beta \text{Laktationstage}_{ijkl} + \text{Zufallsfehler}_{ijkl}$$

mit

$i = 1-7$ (0, 10, 30, 50, 70, 90, 100 %)

$j = 1-15$ (2000 - 2014)

$k = 1-9$

$l = 1-236$

Modell für die Gesundheitsparameter

Die Auswertung der Gesundheitsparameter erfolgte mithilfe der SAS „Proc-Freq“-Häufigkeitsanalyse, um die jeweiligen Kontingenztabelle zu erstellen. Zusätzlich wurden in den Ergebnisgrafiken (die mit EXCEL erstellt wurden) Bestimmtheitsmaße für die eingefügten Regressionsgeraden – in Abhängigkeit vom dargestellten Effekt - angegeben.

IV. Ergebnisse

1. Fruchtbarkeit

Zur Ermittlung und Bewertung des Fruchtbarkeitsparameters Erstkalbealter werden Daten von insgesamt 364 Tieren ausgewertet, die zwischen dem 01.01.2000 und dem 31.12.2014 geboren wurden. Für die Berechnung von Rast-, Güst- sowie Zwischenkalbezeiten fließen die Daten von insgesamt 349 Tieren in die Auswertung ein.

Da andere relevante Fruchtbarkeitsindikatoren, beispielsweise der Erstbesamungserfolg, die Konzeptionsrate, der Besamungs- und der Trächtigkeitsindex sowie die Abkalberate, von verschiedenen Einflussfaktoren, wie etwa der Fütterung, den Herdenmanagementmaßnahmen und dem Erstbesamungsalter, maßgeblich beeinflusst werden, wird auf diese in der vorliegenden Arbeit kein Bezug genommen.

1.1 Erstkalbealter

Wie im Literaturteil unter II.2.2 bereits herausgearbeitet wurde, sollte das Erstkalbealter von Deutschem Fleckvieh zwischen 25 bis 27 Monaten betragen und bei Holstein Friesian 22 Monate nicht unterschreiten. Dieses hängt direkt vom Erstbelegungsalter ab und sollte nach vorherrschender Meinung am Körpergewicht (Mindestgewicht) ausgerichtet werden (Mansfeld et al., 2014).

Tabelle 6: Varianzanalyse der fixen Effekte für das Erstkalbealter

Effekt	Num DF	Den DF	F-Wert	Pr > F
fv	6	343	0,98	0,4405
Geburtsjahr	14	343	2,76	0,0007

fv = Fleckvieh-Genanteil; Num DF = Freiheitsgrade (Zähler); Den DF = Freiheitsgrade (Nenner); wenn $Pr > F \rightarrow \leq 0,05$, dann ist der Effekt statistisch signifikant

Wie Abbildung 4 verdeutlicht, weisen Kreuzungstiere mit 10 % Fleckvieh-Genanteil das höchste Erstkalbealter von 895 Tagen auf. Das niedrigste Erstkalbealter mit 844 Tagen wurde dagegen bei Tieren mit 90 % Fleckvieh-Genanteil festgestellt. Wie in der genannten Abbildung ersichtlich ist, liegen die Werte für das Erstkalbealter der anderen Tiergruppen mit unterschiedlichem Fleckvieh-Genanteil sehr dicht beieinander. Obwohl die Trendlinie einen leicht negativen Verlauf zeigt, ist dies nicht als statistisch signifikant zu beurteilen ($p=0,4405$). Auch nachfolgende Berechnungen bestätigen, dass hier keine statistische Relevanz vorhanden ist.

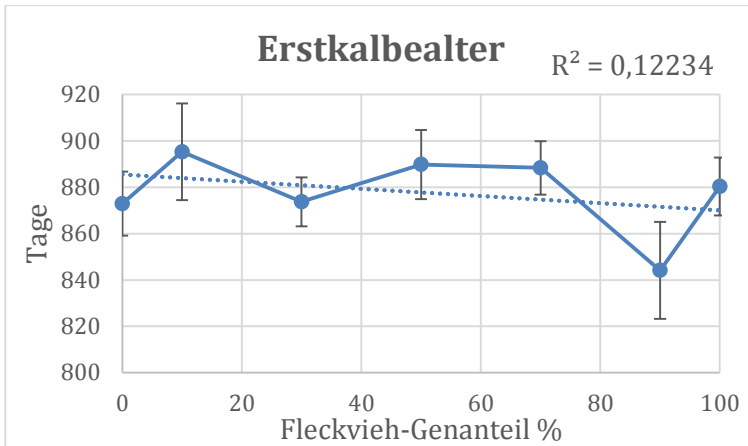


Abbildung 4: Erstkalbealter in Bezug auf Fleckvieh-Genanteil (LSM ± SEE)

Das Bestimmtheitsmaß (R^2) beschreibt den (linearen) Anteil in der Variation des Erstkalbealter, der durch die least squares means für den Fleckvieh-Genanteil beeinflusst wird (hier ~12%).

In der SAS-Auswertung von Tabelle 6 ist zu erkennen, dass der fixe Effekt „Geburtsjahr“ in der Tat signifikant ist. Bei einer Betrachtung der Ergebnisse zum Erstkalbealter in Bezug auf den fixen Effekt „Geburtsjahr“ fällt der zwischen 2002 und 2014 insgesamt positive Gesamttrend auf. Das für das Jahr 2012 ermittelte besonders niedrige Erstkalbealter lässt sich allerdings mit hoher Wahrscheinlichkeit auf einen Personalwechsel im Herdenmanagement zurückführen, der offenkundig Verbesserungen im Fortpflanzungsgeschehen zur Folge hatte. Das geringste Erstkalbealter beträgt 813 Tage im Jahre 2000 (mit hohem Standardschätzfehler), das höchste wurde mit 943 Tagen für 2002 ermittelt. Rinder, die zwischen 2003 und 2011 geboren wurden, weisen ein

durchschnittliches Erstkalbealter von 881 Tagen auf. Da in den länger zurückliegenden Geburtsjahren die auswertbare Kuhzahl begrenzt war, sind in den Jahren 2000 – 2004 die Standardschätzfehler größer als in den nachfolgenden Jahren (Abbildung 5).

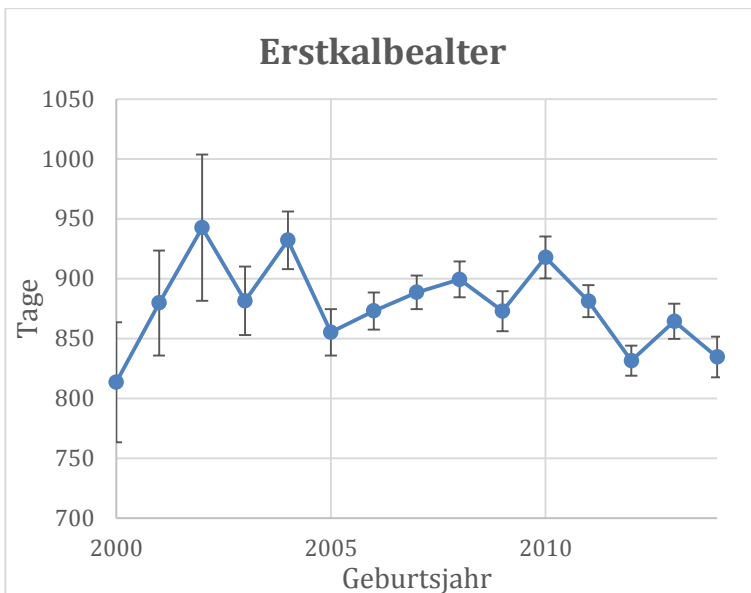


Abbildung 5: Erstkalbealter in Bezug auf das Geburtsjahr (LSM \pm SEE)

1.2 Rastzeit

Auch zur Rastzeit werden im Literaturteil unter II.2.2.3 bereits entsprechende Ausführungen gemacht. Ihre Dauer ist stark von der Art und Qualität des jeweiligen Herdenmanagements abhängig. Gleichwohl gilt allgemein der Grundsatz, dass mit einer umso längeren Rastzeit

gerechnet werden muss, je höher die Milchleistung der Kuh ist. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Kühe mit hoher Milchleistung mehr Zeit benötigen, ehe sie wieder zyklisch werden und auch sichtbare Brunstsymptome zeigen, um dann erfolgreich besamt werden zu können.

Für die Rastzeit werden im Rahmen dieser Arbeit Beobachtungen aus 718 Laktationen von 349 Kühen in die Varianzanalyse einbezogen.

Wie Tabelle 7 zu entnehmen ist, sind die fixen Effekte von „fv“, der prozentuale genetische Fleckvieh-Genanteil, „Lakt_Nr“, die Anzahl absolvierter Laktationen und das „Kalbejahr“, das Jahr zwischen 2010 und 2016, in welchem die Abkalbung erfolgte, laut SAS-Auswertung signifikant für die Dauer der Rastzeit.

Tab. 7: Varianzanalyse der fixen Effekte für die Rastzeit

Effekt	Num DF	Den DF	F-Wert	Pr > F
fv	6	696	4.79	< .0001
Lakt_Nr	4	696	12.63	< .0001
Kalbejahr	6	696	27.08	< .0001
Abkalbesaison	5	696	2.21	0.0517

fv = Fleckvieh-Genanteil; Lakt_Nr =Laktationsnummer; Num DF = Freiheitsgrade (Zähler); Den DF = Freiheitsgrade (Nenner); wenn $Pr > F \rightarrow \leq 0,05$, dann ist der Effekt statistisch signifikant

Die längste Rastzeit ist bei Kühen mit einem Fleckvieh-Genanteil von 10 % mit 106 Tagen zu verzeichnen, gefolgt von reinen Holstein Kühen mit 102 Tagen. Die kürzeste Rastzeit von 84 Tagen tritt bei Kühen mit 90 % Fleckvieh-Genanteil auf. Abbildung 6 macht deutlich, dass die Rastzeit von Kühen mit steigendem Fleckvieh-Genanteil tendenziell

kürzer wird. Dies gilt insbesondere für Kühe mit einem Fleckvieh-Genanteil zwischen 10 und 90 %.

Das Bestimmtheitsmaß von 0,82 drückt aus, dass 82 % der Variation in der Rastzeit durch die auf Laktationsnummer, Kalbejahr und Abkalbesaison korrigierten LSM (kleinste Quadrate Mittelwerte) des Fleckvieh-Genanteils erklärt werden.

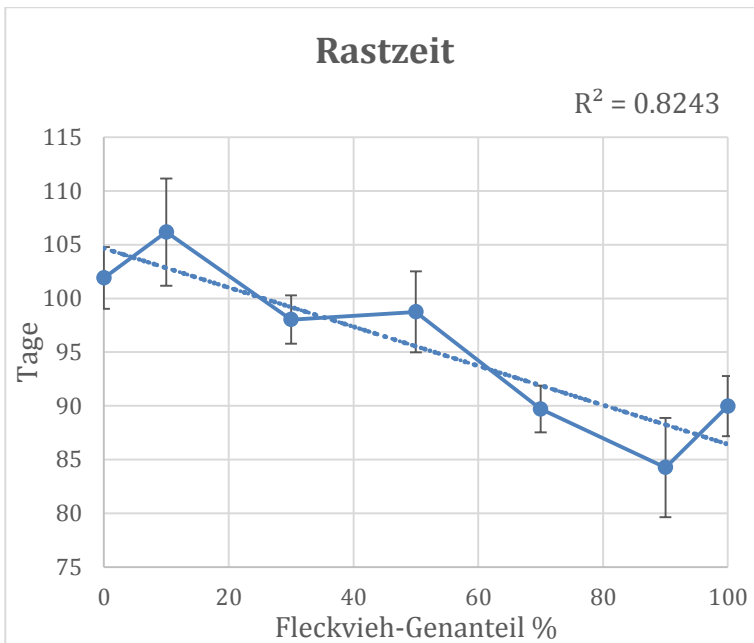


Abbildung 6: Rastzeit in Bezug auf Fleckvieh-Genanteil (LSM \pm SEE)

Bei Betrachtung der ermittelten Rastzeiten in Bezug auf den fixen Effekt „Laktationsnummer“ ist festzustellen, dass Kühe in der dritten Laktation die längste Rastzeit mit

durchschnittlich 102 Tagen aufweisen. Kühe in der ersten Laktation können am schnellsten wieder besamt werden, nämlich nach circa 83 Tagen post partum, und unterscheiden sich somit signifikant von Rindern in der zweiten, dritten, vierten oder fünften Laktation. Abbildung 7 macht deutlich, dass sich die Rastzeit bis zur 3. Laktation um ein paar Tage verlängert und danach nicht weiter ansteigt.

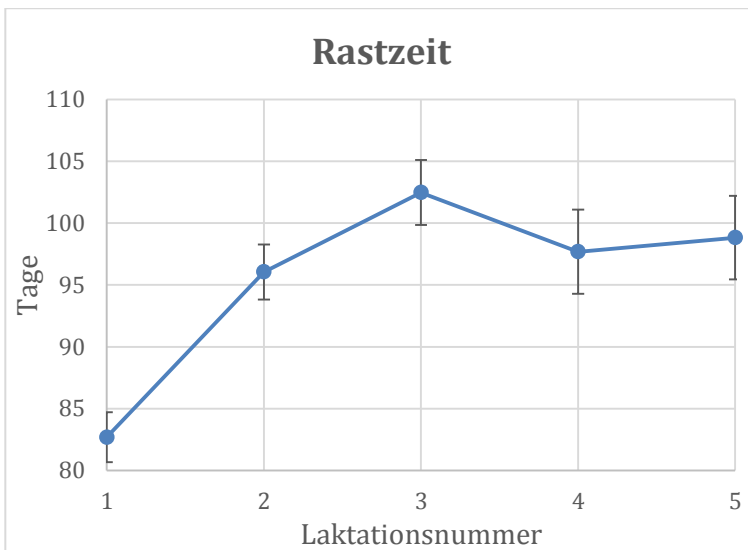


Abbildung 7: Rastzeit in Bezug auf Laktationsnummer (LSM \pm SEE)

Als besonders gravierend und auch statistisch signifikant (Tabelle 7) erweist sich der Einfluss des Kalbejahrs auf die Dauer der Rastzeit, was auch Abbildung 8 verdeutlicht. Während die durchschnittliche Rastzeit im Jahr 2010 noch 120 Tage beträgt, nimmt sie bis zum Jahr 2016 nahezu gleichmäßig ab und verringert sich über das Kalbejahr 2014

mit einer Rastzeit von 92 Tagen bis auf eine Rastzeit von 84 Tagen im Kalbejahr 2016.

Die fixen Effekte von Fleckvieh-Genanteil, Laktationsnummer und Kalbejahr erweisen sich insgesamt in Bezug auf die Rastzeit als signifikant (Tabelle 7).

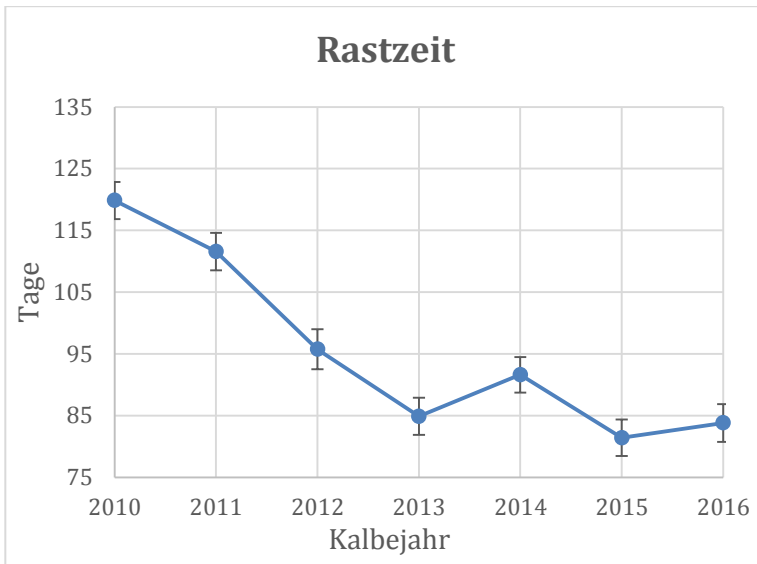


Abbildung 8: Rastzeit in Bezug auf Kalbejahr (LSM \pm SEE)

Demgegenüber ist der fixe Effekt Abkalbesaison ($p = 0.0517$) im Hinblick auf die Dauer der Rastzeit statistisch nicht signifikant (Tabelle 7).

Gleichwohl hat offenbar auch die Abkalbesaison einen Einfluss auf die Rastzeit, wie dies in Abbildung 9 besonders auffällig für die Abkalbesaison 4 mit den Monaten Juli/August und einer Rastzeit von 90 Tagen sowie die Abkalbesaison 5 mit den Monaten September/Oktober und

einer Rastzeit von 91 Tagen zum Ausdruck kommt. Interessanterweise wird die längste Rastzeit von 99 Tagen bei Kühen mit Abkalbungen in den Monaten Mai und Juni (Abkalbesaison 3) festgestellt, was einer Besamung (Brunst) in den Monaten August/September/Oktober entspricht.

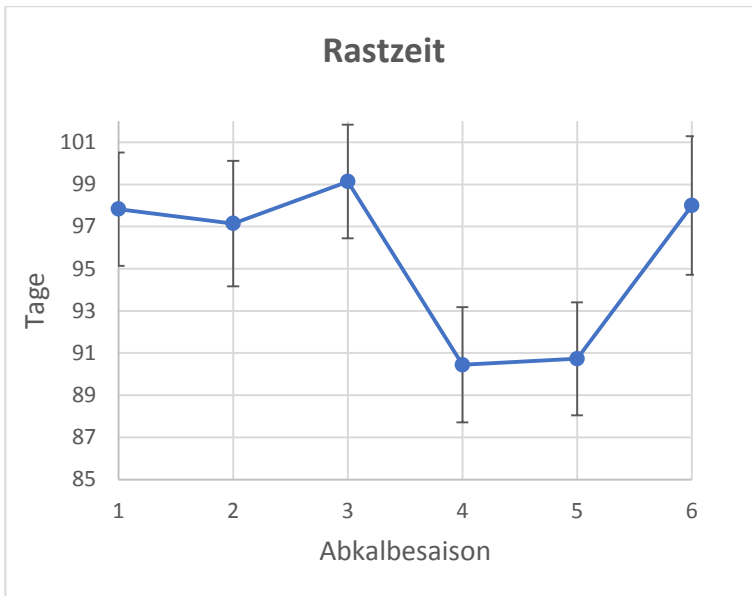


Abbildung 9: Rastzeit in Bezug auf die Abkalbesaison (LSM \pm SEE)

1.3 Gstzeit

Wie unter II.2.2.4 bereits detailliert dargestellt, sollte die Gstzeit in einem Milchviehbestand aus wirtschaftlicher Sicht zwischen 85 und 115 Tagen betragen.

Wie aus der Tabelle 8 ersichtlich ist, waren die fixen Effekte von „Lakt_Nr“ und „Kalbejahr“ im Hinblick auf die Gützeit signifikant. Die jeweilige Abkalbesaison hatte demgegenüber keinen signifikanten Einfluss, während der Fleckvieh-Genanteil knapp an der Signifikanzgrenze „scheiterte“.

Tabelle 8: Varianzanalyse der fixen Effekte für die Gützeit

Effekt	Num DF	Den DF	F-Wert	Pr > F
fv	6	597	2,04	0,0585
Lakt_Nr	4	597	4,57	0,0012
Kalbejahr	6	597	4,74	0,0001
Abkalbesaison	5	597	1,07	0,3765

fv = Fleckvieh-Genanteil; Lakt_Nr =Laktationsnummer; Num DF = Freiheitsgrade (Zähler); Den DF = Freiheitsgrade (Nenner); wenn $Pr > F \rightarrow \leq 0,05$, dann ist der Effekt statistisch signifikant

Durchschnittlich 142 Tage nach der Abkalbung werden DH-Kühe wieder tragend; bei FV-Kühen beträgt die Gützeit dagegen im Mittel lediglich 128 Tage. Dies konnte im Prinzip so erwartet werden, gelten Kühe der Rasse Fleckvieh doch gegenüber den Holstein-Friesian-Kühen allgemein als fortpflanzungsbiologisch produktiver. Die längste Gützeit mit 157 Tagen weisen Kreuzungstiere mit 10 % Fleckvieh-Genanteil auf; die kürzeste mit 114 Tagen zeigen Kühe mit 90 % Fleckvieh-Genanteil. Anhand der Berechnungen und der entsprechenden grafischen Darstellung in Abbildung 10 ist insgesamt ein deutlich positiver Trend ($p=0,0585$) zugunsten eines höheren Fleckvieh-Genanteils zu verzeichnen.

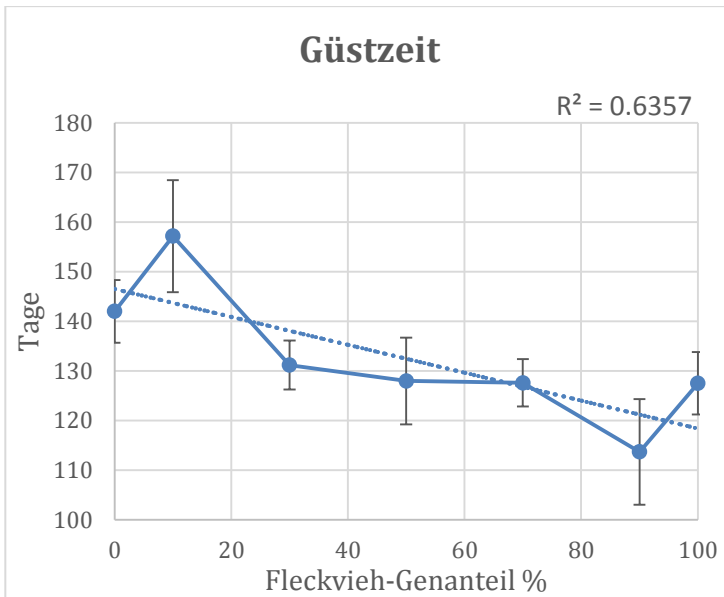


Abbildung 10: Gústzeit in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (LSM \pm SEE)

Die kürzeste Gústzeit haben Kühe in ihrer ersten Laktation mit durchschnittlich 117 Tagen. Die längste Gústzeit von 142 Tagen zeigen Kühen in der dritten Laktation. Dabei erweist sich der bei der Berechnung der durchschnittlichen Gústzeit berücksichtigte fixe Effekt der Laktationsnummer als signifikant (Tabelle 8). Insgesamt zeigt sich, dass die Gústzeit mit zunehmender Laktationsnummer ansteigt ($R^2=0,73$), wobei nach der dritten Laktation keine wesentliche Verlängerung der Gústzeit mehr zu beobachten ist (Abbildung 11).

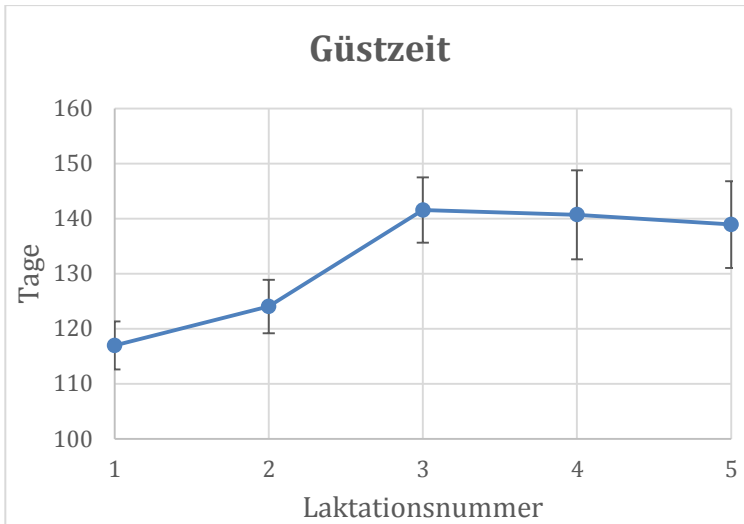


Abbildung 11: Güstzeit in Abhängigkeit zur Laktationsnummer (LSM \pm SEE)

Bei dem Vergleich der Kalbejahre 2010 bis 2016 zeigt Abbildung 12, ausgenommen das Kalbejahr 2016, einen konstant fallenden Trend. Auch das Bestimmtheitsmaß von 0,94 (94 %) belegt die enge Beziehung zwischen Kalbejahr und Güstzeit nach Korrektur auf Fleckvieh-Genanteil, Laktationsnummer und Abkalbesaison. Dabei beträgt die maximale Güstzeit im Jahr 2010 durchschnittlich noch 151 Tage, die minimale Güstzeit im Jahr 2015 dagegen nur 114 Tage. Der Trend zu kürzeren Güstzeiten ist möglicherweise auf Verbesserungen im Herden-, insbesondere im Fortpflanzungsmanagement, zurückzuführen.

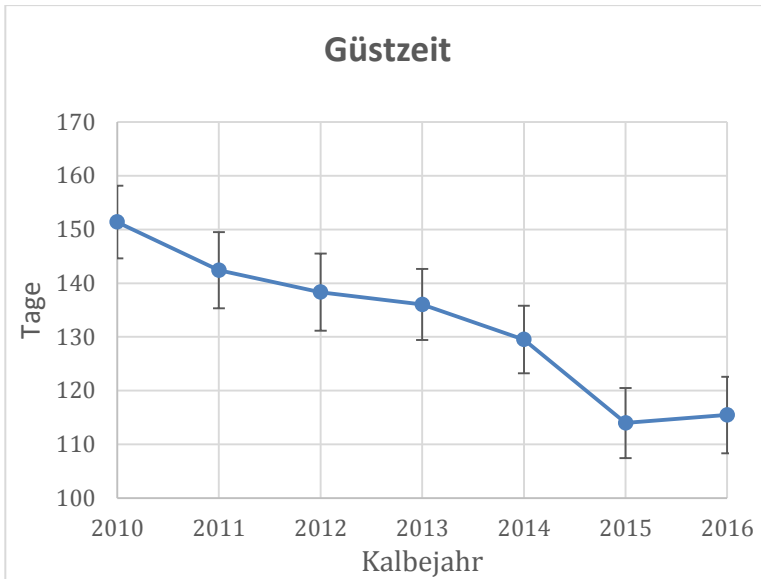


Abbildung 12: Güstzeit in Bezug auf das Kalbejahr (LSM \pm SEE)

Abbildung 13 macht deutlich, dass das Fortpflanzungsgeschehen, hier die Dauer der Güstzeit, offenkundig stark saisonal beeinflusst wird. So zeigen Kühe der Saisonkategorie 4, die in den Monaten Juli und August abkalbten, ebenso wie bei der Rastzeit, die geringste Güstzeit von 122 welche folglich im November/Dezember endet.

Im November und Dezember abkalbende Tiere (Saisonkategorie 6) weisen dagegen die längste Güstzeit von 139 Tagen auf, welche dementsprechend im Folgejahr im April/Mai endet.

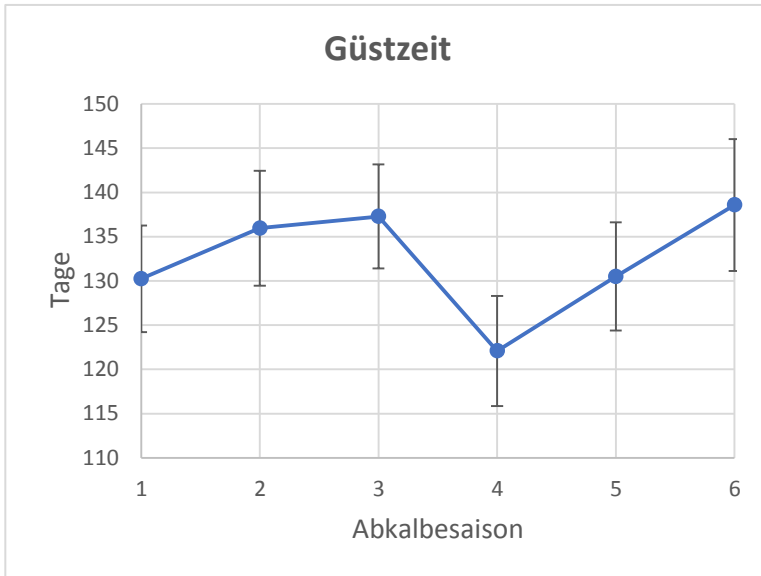


Abbildung 13: Güstzeit in Bezug auf Abkalbesaison (LSM \pm SEE)

1.4 Zwischenkalbezeit

Wie in Tabelle 9 zur SAS-Datenanalyse zu erkennen ist, hat auch die Anzahl der „absolvierten“ Laktationen (Laktationsnummern) sowie das Kalbejahr einen signifikanten Einfluss auf die Zwischenkalbezeit. Der fixe Effekt „Abkalbesaison“ hingegen liegt oberhalb der Signifikanzgrenze und hat somit keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Zwischenkalbezeit.

Tabelle 9: Varianzanalyse der fixen Effekte für die Zwischenkalbezeit

Effekt	Num DF	Den DF	F Wert	Pr > F
fv	6	493	1,87	0,0841
Lakt_Nr	4	493	3,78	0,0049
Kalbejahr	6	493	3,66	0,0015
Abkalbesaison	5	493	1,82	0,1079

fv = Fleckvieh-Genanteil; Lakt_Nr =Laktationsnummer; Num DF = Freiheitsgrade (Zähler); Den DF = Freiheitsgrade (Nenner); wenn $Pr > F \rightarrow \leq 0,05$, dann ist der Effekt statistisch signifikant

Abbildung 14 verdeutlicht, dass die längste durchschnittliche Zwischenkalbezeit von 437 Tagen Kühe mit 10 % Fleckvieh-Genanteil aufweisen, gefolgt von reinen Holstein-Kühen mit durchschnittlich 418 Tagen. Die Kühe mit unterschiedlich hohen Fleckvieh-Genanteilen weisen im Durchschnitt eine Zwischenkalbezeit von 408 Tagen auf, die insoweit noch unter dem Durchschnittswert der reinen Holsteins liegt. Bei Kühen mit Fleckvieh-Genanteilen zwischen 10 und 90 % ist eine stetige Abnahme der Zwischenkalbezeit zu verzeichnen (Abbildung 14). Die kürzeste Zwischenkalbezeit von 388 Tagen haben die Kühe mit 90 % Fleckvieh-Genanteil

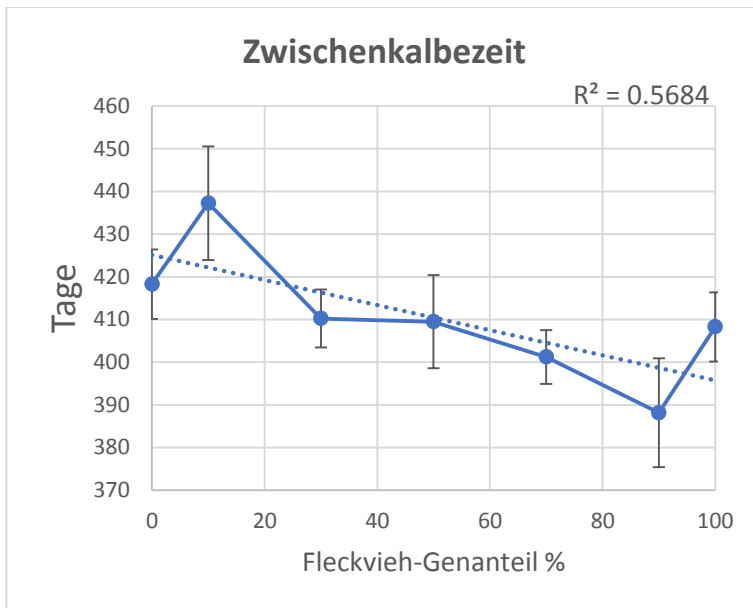


Abbildung 14: Zwischenkalbezeit in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (LSM ± SEE)

Wie bereits bei den Fruchtbarkeitsparametern Günstzeit und Rastzeit festgestellt, nimmt auch die Dauer der Zwischenkalbezeit bis zur dritten Laktation tendenziell zu (Abbildung 15).

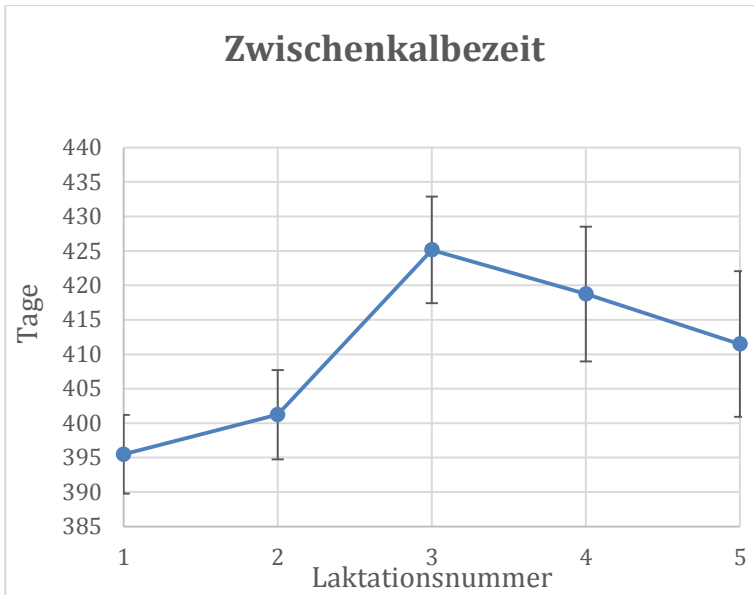


Abbildung 15: Zwischenkalbezeit in Abhängigkeit von der Laktationsnummer (LSM \pm SEE)

Die Ergebnisse zur Zwischenkalbezeit in Abhängigkeit vom Abkalbejahr zeigen im Auswertungszeitraum von 2010 bis 2016 den erhofften positiven Trend einer Verkürzung dieses wirtschaftlich gesehen bedeutsamen Fruchtbarkeits- und Managementmerkmals. Dabei ist der Effekt des Kalbejahres signifikant (Tab. 9). Die Dauer der Zwischenkalbezeit nimmt, mit Ausnahme der Jahre 2013 (420 Tage) und 2014 (419 Tage), kontinuierlich ab und erreicht ihr Minimum mit 354 Tagen im Jahr 2016. Im Jahr 2010 weisen die Versuchskühe noch mit durchschnittlich 434 Tagen die längste Zwischenkalbezeit auf.

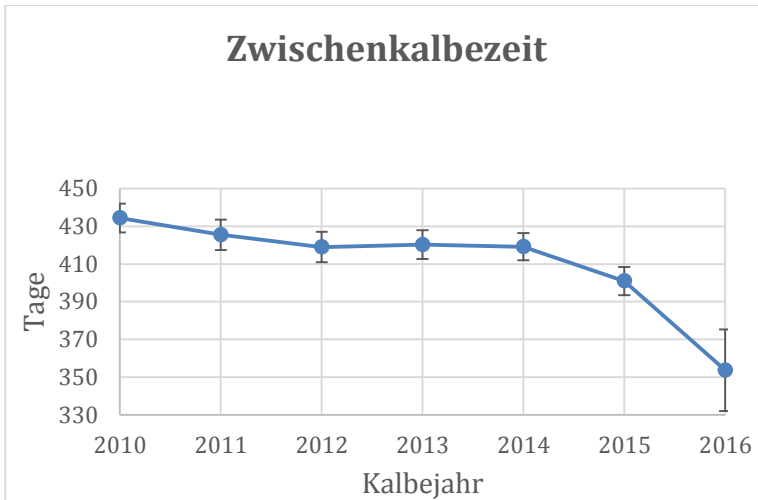


Abbildung 16: Zwischenkalbezeit in Abhängigkeit vom Kalbejahr (LSM \pm SEE)

Der fixe Effekt „Abkalbesaison“ liegt rechnerisch deutlich oberhalb der Signifikanzgrenze von $p = 0,05$ und erscheint daher statistisch nicht relevant. Gleichwohl ergeben sich in Bezug auf die verschiedenen Abkalbemonate erhebliche Unterschiede in den Zwischenkalbezeiten. Die kürzeste Zwischenkalbezeit mit 392 Tagen zeigen Kühe, die in den Monaten Juli und August abkalben; die längste Zwischenkalbezeit haben Tiere mit Abkalbungen in den Monaten Mai und Juni mit 418 Tagen. Sinngemäße Feststellungen ergeben sich bereits bei den Ergebnissen zu Güt- und Rastzeiten; plausible Erklärungen dafür lassen sich auf der Basis der beschriebenen Versuchsdurchführung (Material und Methoden) allerdings nicht ableiten.

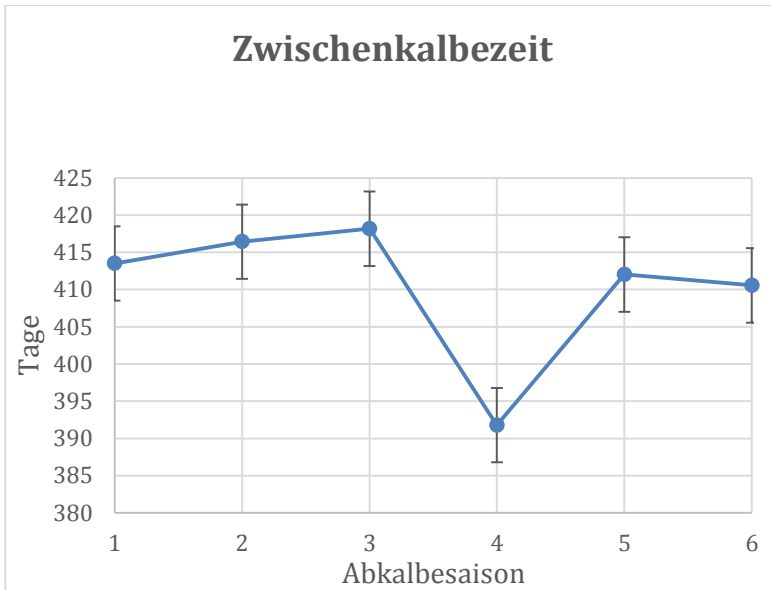


Abbildung 17: Zwischenkalbezeit in Abhängigkeit von der Abkalbesaison (LSM \pm SEE)

2. Gesundheit

Im Versuchszeitraum wurden, bezogen auf die Gesundheitsparameter, Daten von insgesamt 549 Milchkühen erhoben und ausgewertet. Von diesen wurden 531 Kühe mindestens einmal behandelt. In die Auswertung sollten folgende „Organsysteme“ bzw. Behandlungsgebiete einbezogen werden: „Atmungsapparat“, „Bewegungsapparat“, „Euter“, „Geburtshilfe“, „Gynäkologie“, „Haut, Unterhaut, Haare“, „Hörner, Schwanz“, „Infektionskrankheiten“, „Klauen“, „Kreislaufapparat, Blut“, „Körperhöhlen, Pankreas, Leber, endokrine Organe“, „parasitäre Erkrankungen“, „Stoffwechsel- u. Mangelkrankheiten“, „Verdauungsapparat

(Magen- u. Darmtrakt)“ und „ZNS, Sinnesorgane, Verhalten“. Aufgrund der zu geringen Anzahl von Daten im Hinblick auf die Organsysteme bzw. Behandlungsgebiete „Infektionskrankheiten“, „Körperhöhlen, Pankreas, Leber, endokrine Organe“ sowie „parasitäre Erkrankungen“ konnte eine sinnvolle Auswertung nicht durchgeführt werden. Gleichwohl werden diese der Vollständigkeit halber dennoch aufgeführt.

2.1 Behandlungshäufigkeit bei verschiedenen Fleckvieh-Genanteilen

Unabhängig davon, dass die Anzahl von Milchkühen in den verschiedenen Genotypklassen zwischen minimal 21 und maximal 120 Tieren beträgt, wie unter Material und Methoden in Punkt 1.3 erläutert, ist aus dem Balkendiagramm in Abbildung 18 zu ersehen, dass die Anzahl behandelter Kühe bei den verschiedenen Genotypklassen fast so groß ist wie die Anzahl von Tieren, die dieser Versuchstierklasse angehören. Dies trifft insbesondere für Kühe mit 10 % sowie 90 % Fleckvieh-Genanteil zu, bei denen die Zahlen mit 23 Kühen gesamt und gleichfalls 23 Behandlungen (behandelten Kühen) sowie 21 Kühen gesamt und 21 Behandlungen übereinstimmen. Bei Kühen der Fleckvieh-Genanteile 0, 30, 50 und 70 % ist die Anzahl der Behandlungen etwas geringer als die Anzahl der jeweils zugehörigen Tiere, wie aus Abbildung 18 ersichtlich. Dagegen ist die Anzahl von 97 behandelten Kühen mit 100 % Fleckvieh-Genanteil *deutlich* geringer als die Anzahl vorhandener Kühe (107), was für eine bessere Gesamtkonstitution von Kühen der Rasse Fleckvieh sprechen könnte.

Milchkühe mit einem Fleckvieh-Genanteil zwischen 10 und 90 % wurden im Prinzip mindestens einmal während ihrer Nutzung anlassbezogen medizinisch versorgt. Ausgenommen hiervon sind prophylaktische Maßnahmen, die allerdings nicht Gegenstand dieser Arbeit sind und daher auch keine weitere Berücksichtigung finden.

Hinsichtlich der Behandlungen ist aus den Daten nicht ableitbar, ob es sich um einmalige oder Mehrfachbehandlungen aus gleichem Anlass handelt oder auch, ob die therapierte Milchkuh zwischenzeitlich wieder als gesund befundet wurde.

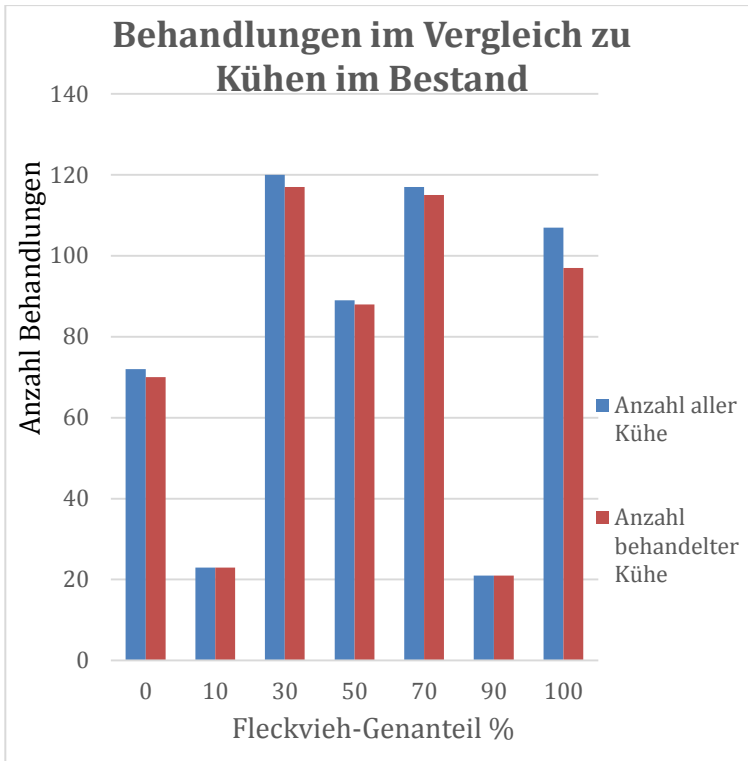


Abbildung 18: Gesamtübersicht behandelter Kühe nach Fleckvieh-Genanteil (%)

2.2 Behandlungshäufigkeit verschiedener Organsysteme bzw. Behandlungsgebiete insgesamt

Innerhalb des unter 1.2 definierten Versuchszeitraums wurden insgesamt 14.904 tiermedizinische Behandlungen an das elektronische Datenerfassungssystem des LVG übermittelt und dort dokumentiert sowie verarbeitet. Bei Auswertung der Behandlungszahlen bezogen auf die

verschiedenen Organsysteme bzw. Behandlungsbereiche ist ersichtlich, dass „Euterbehandlungen“ bzw. Eutererkrankungen mit 37,27 % und „Klauenerkrankungen“ mit 34,43 % den Hauptanteil der Gesamtbehandlungen, nämlich mehr als 70 %, ausmachen. Auch die „Gynäkologie“ erweist sich im Versuchstierbestand als bedeutsames tierärztliches Aufgabengebiet. Gynäkologische Störungen/Erkrankungen sind mit 14,03 % der Gesamtbehandlungen der dritthäufigste Grund für eine tierärztliche Behandlung bei den Milchkühen des LVG.

Die übrigen Organsysteme bzw. Behandlungsgebiete machen, gemessen an der Anzahl der Gesamtbehandlungen, in nachfolgender Häufigkeit (in Prozent) tierärztliches Handeln erforderlich: „Bewegungsapparat“ (3,77 %), „Stoffwechsel- und Mangelkrankheiten“ (2,56 %), „Haut, Unterhaut und Haare“ (2,14 %), „Verdauungsapparat“ (1,72 %), „Geburtshilfe“ (1,71 %), „Hörner und Schwanz“ (1,38 %), „ZNS, Sinnesorgane und Verhalten“ (0,34 %) „Kreislaufapparat und Blut“ (0,23 %), „Atmungsapparat“ (0,23 %), „Körperhöhlen, Leber, Pankreas, endokrine Organe“ (0,08 %) und „Infektionskrankheiten“ (0,06 %). Die geringste Behandlungsrate mit einem Anteil von nur 0,03 % wird im Zusammenhang mit dem Befund „parasitäre Erkrankungen“ dokumentiert, was auf die routinemäßig durchgeführte prophylaktische Behandlung gegen Ekto- und Endoparasiten zurückzuführen ist.

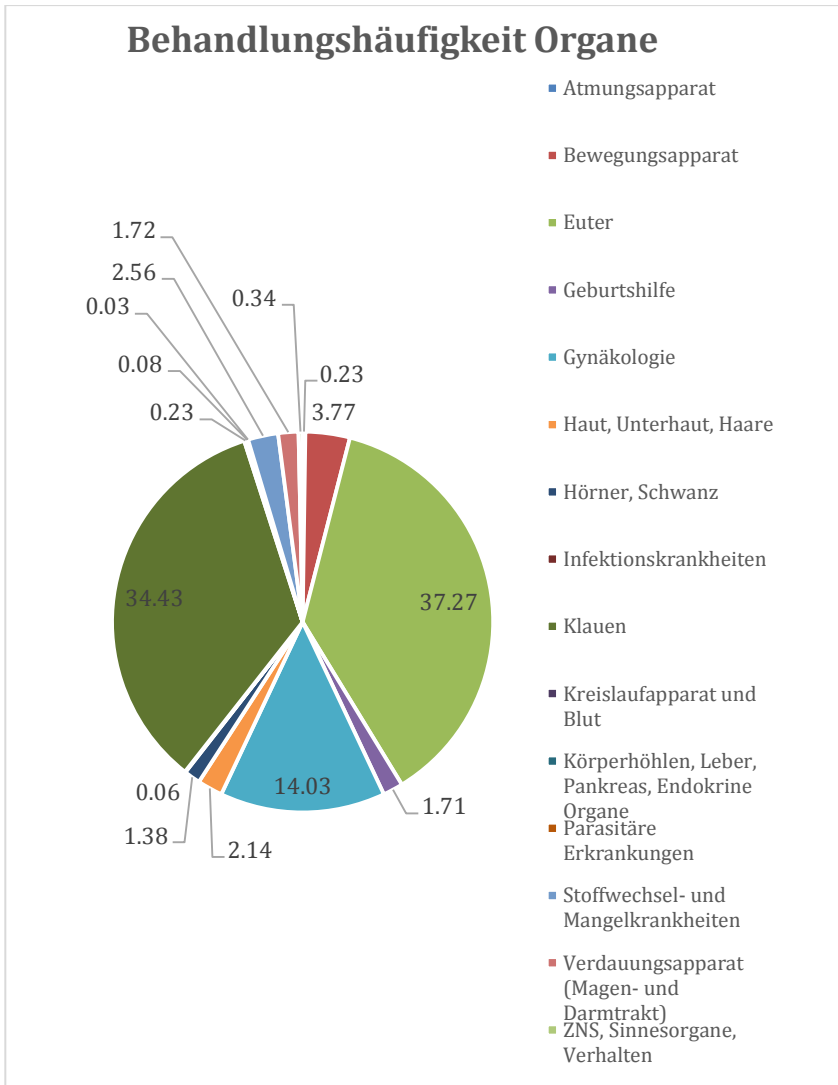


Abbildung 19: Behandlungshäufigkeit (in %) der Organsysteme bzw. Behandlungsgebiete

2.3 Behandlungshäufigkeit in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil in Bezug auf die verschiedenen Organsysteme bzw. Behandlungsgebiete

2.3.1. Atmungsapparat

Wie den Abbildungen 19 und 20 zu entnehmen ist, leiden die Milchkühe des LVG im Versuchszeitraum relativ selten an Erkrankungen des Atmungsapparats. Die meisten Behandlungen sind mit 3,4 % bei den Rindern mit 50 % Fleckvieh-Genanteil erforderlich, gefolgt mit 2,8 % von den Kühen mit einem Fleckvieh-Genanteil von 100 %, denen mit 70 % Fleckvieh-Genanteil mit 2,6 % sowie denen mit 30 % Fleckvieh-Genanteil und 0,8 % Behandlungshäufigkeit. Bei Kühen mit einem Fleckvieh-Genanteil von 0 % sind die entsprechenden Behandlungen mit einer Häufigkeit von 1,4 % vorgenommen worden; demgegenüber sind bei Kühen mit 10 % und 90 % Fleckvieh-Genanteil überhaupt keine Behandlungen wegen Erkrankungen des Atmungsapparates dokumentiert. Abgesehen von der vergleichsweise geringen Anzahl von Kühen in diesen beiden Fleckvieh-Genanteilklassen gibt es hierfür keine plausible Erklärung. In der Tendenz, so lässt jedenfalls die Trendlinie vermuten, scheint Fleckvieh im Vergleich zu Kühen der Rasse Deutsche Holsteins anfälliger für Probleme mit dem Respirationstrakt zu sein. Auffällig ist jedoch die etwas höhere Behandlungshäufigkeit (3,4%) bei Kühen mit 50% Fleckvieh-Genanteil (F1-Kreuzungsgeneration) im Vergleich zu den anderen Fleckvieh-Genanteilen (Abbildung 20).

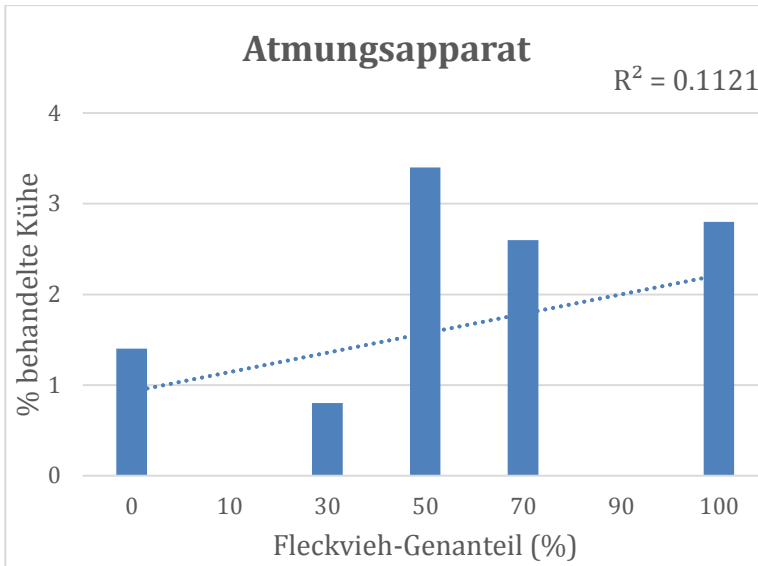


Abbildung 20: Erkrankungen des Atmungsapparats in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (%)

2.3.2 Bewegungsapparat

Behandlungen des Bewegungsapparats wurden in all den Fällen notwendig und dokumentiert, bei denen die Milchkühe in ihrer Bewegung/Beweglichkeit eingeschränkt waren. Ausgenommen hiervon waren Probleme der Klauengesundheit, diese wurden gesondert erfasst. Hinsichtlich von Problemen und erforderlichen Behandlungen des Bewegungsapparats waren es erneut, wie schon bei der Behandlungshäufigkeit des Atmungsapparates unter 2.3.1 festgestellt, Kühe mit 50 % Fleckvieh-Genanteil, die mit 28,1 %, wie Abbildung 21 veranschaulicht, am häufigsten eine entsprechende tierärztliche Behandlung benötigen. Allerdings sind auch bei den Tieren der anderen Fleckvieh-Genanteile Behandlungen von Störungen des Bewegungsapparates erforderlich. Als am wenigsten anfällig

für diesbezügliche Erkrankungen erweisen sich Kühe mit 30 % und 90 % Fleckvieh-Genanteil. Dort treten die genannten Probleme des Bewegungsapparates nur bei 14,2 % bzw. 14,3 % der Milchkühe auf.

Gleichwohl ist auch unter Hinzuziehung der Trendlinie in Abbildung 21 aus den erhobenen Daten keine eindeutige Tendenz dahingehend erkennbar, dass Milchkühe mit höherem Genanteil von Fleckvieh über die eigentlich erwarteten konstitutionellen Vorzüge im Hinblick auf den Bewegungsapparat verfügen. Kühe mit einem Fleckvieh-Genanteil von 50 % zeigen jedoch erneut die höchste Behandlungshäufigkeit mit 28,1% (Abbildung 21).

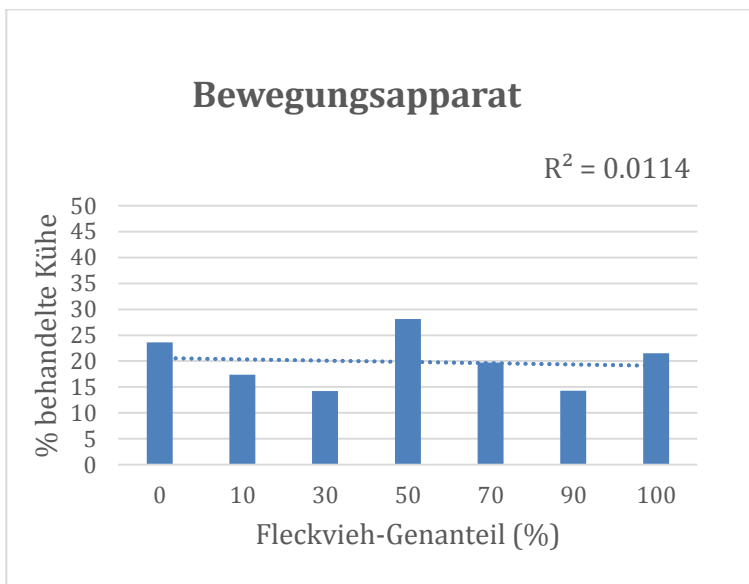


Abbildung 21: Erkrankungen des Bewegungsapparats in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (%)

2.3.3 Euter

Die Eutergesundheit ist eines der wichtigsten Gesundheitsmerkmale der Milchkuh und angesichts der ständig steigenden Milchleistungen ein wirtschaftlich gesehen bedeutsames Auswahlkriterium. Insoweit erscheint es sachgerecht, der Eutergesundheit und den entsprechenden Kontrollen bzw. Vorsorgeuntersuchungen den gebührenden Stellenwert einzuräumen.

Wie die im Versuchszeitraum am LVG erhobenen diesbezüglichen Daten (Abbildung 22) zeigen, werden Kühe mit 100 % Fleckvieh-Genanteil am seltensten (60,7 %) am Euter behandelt. Dagegen weisen reine Holstein-Kühe eine diesbezügliche Behandlungshäufigkeit von 75 % auf. Wie bereits im Hinblick auf Erkrankungen anderer Organsysteme werden Kühe mit 50 % Fleckvieh-Genanteil auch besonders häufig aufgrund von Eutererkrankungen behandelt (82 %) und sind insoweit offenkundig besonders anfällig. Gleichwohl lässt die Trendlinie insgesamt darauf schließen, dass ein höherer Fleckvieh-Genanteil (mit Ausnahme der F1) bei Milchkühen in der Tendenz zu einer geringeren Anfälligkeit für Eutererkrankungen führen dürfte (Abbildung 22).

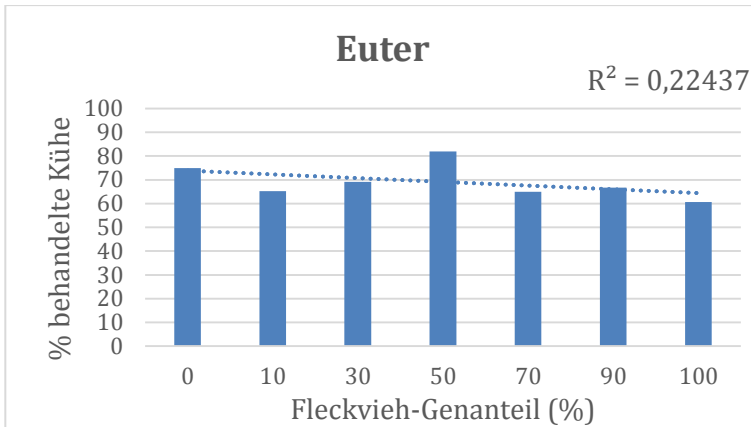


Abbildung 22: Erkrankungen des Euters in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (%)

2.3.4 Geburtshilfe

Auch bei Behandlungen im Rahmen der Geburtshilfe sind, wie bereits bei den Erkrankungen des Atmungsapparats, des Bewegungsapparats und des Euters, die Kühe mit 50 % Fleckvieh-Genanteil besonders auffällig, da 32 % von ihnen Hilfe bei Geburten benötigten. Demgegenüber sind geburtshilfliche Leistungen bei Kühen mit 10 % Fleckvieh-Genanteil nur in 8,7 % der Fälle notwendig. Bei reinrassigen Deutschen Holstein-Kühen beträgt die Häufigkeit der entsprechenden tierärztlichen Behandlung 16,7 % und bei reinen Fleckvieh-Kühen 19,6 %. Insgesamt deutet die Trendlinie an, dass ein höherer Fleckvieh-Genanteil gegenüber Deutschen Holsteins nicht zur Reduzierung tierärztlicher Inanspruchnahme bei Abkalbungen bzw. zu den eigentlich erwarteten und gewünschten Verbesserungen beim Abkalbeprozess führt (Abbildung 23).

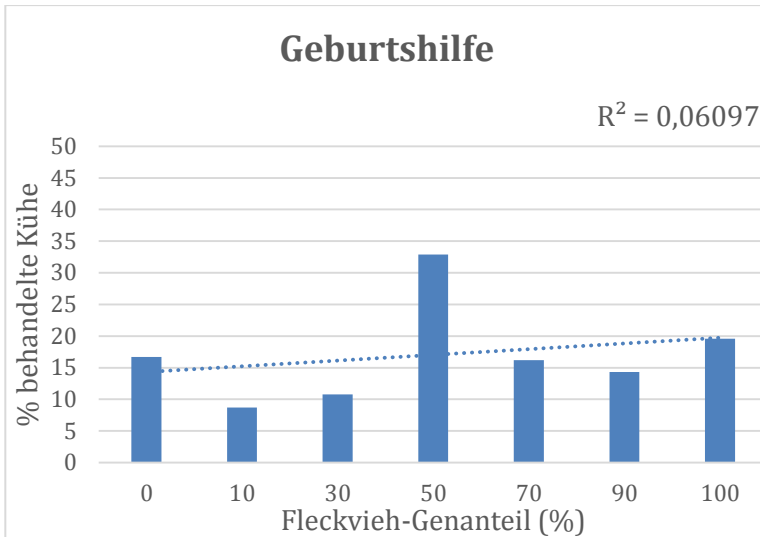


Abbildung 23: Geburtshilfe in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (%)

2.3.5 Gynäkologie

Erkrankungen der Geschlechtsorgane bzw. die Behandlung von Fruchtbarkeitsstörungen besitzen mit einem Anteil von 14,03 % an den Gesamtbehandlungen erhebliche Bedeutung für die Milchviehhaltung des LVG.

Von den Kühen mit einem Anteil von 10 % Fleckvieh wurden nur 52,2 % der Tiere gynäkologisch behandelt und weisen insoweit die wenigsten Behandlungen auf. Von den Kreuzungskühen aus 50 % Fleckvieh und 50 % Deutsche Holstein mussten aufgrund von Fruchtbarkeitsstörungen 73 % tierärztlich behandelt werden und damit geringfügig häufiger als dies bei reinen Deutschen Holsteins (Fleckvieh-Genanteil 0%) mit 70,8 % dokumentiert ist. Die Kühe der übrigen Fleckvieh-Genanteile weisen sämtlich niedrigere Zahlen gynäkologischer Behandlungen auf als reine

Holsteins, mussten gleichwohl zu mehr als 50 % wegen Fruchtbarkeitsstörungen im Versuchszeitraum tierärztlich behandelt werden, wie aus den Angaben in der Klammer ersichtlich ist (Fleckvieh-Genanteile: 0 % = 70,8 %, 30 % = 55,8 %, 70 % = 67,5 %, 90 % = 66,7 %, 100 % = 61,7 %). Insgesamt lässt sich auch aus der Trendlinie die eigentlich erwartete Überlegenheit von Fleckvieh-Kühen gegenüber Deutschen Holsteins im Hinblick auf die gynäkologische Gesundheit nicht ableiten. Kühe mit einem niedrigen Fleckviehanteil (10 bzw. 30%) haben eher einen kleinen Vorteil.

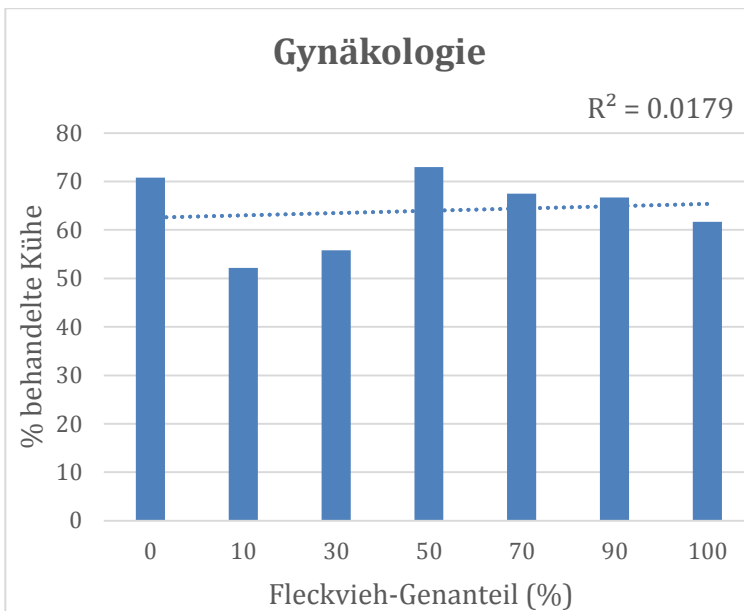


Abbildung 24: Gynäkologische Erkrankungen in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (%)

2.3.6 Haut, Unterhaut und Haare

Mit nur 2,1 % aller dokumentierten Behandlungen bzw. Erkrankungen besitzen Erkrankungen der Haut, Unterhaut oder Haare zahlenmäßig einen sehr geringen Stellenwert. Nichtsdestoweniger können derartige Erkrankungen sich nachteilig auf das Wohlbefinden von Milchkühen auswirken und zu Leistungseinbußen verschiedenster Art führen.

Aus Abbildung 25, insbesondere aus der Trendlinie, ist im Prinzip ersichtlich, dass die diesbezügliche Behandlungshäufigkeit mit steigendem Fleckvieh-Genanteil sinkt. Gleichwohl zeigen Kreuzungskühe mit 10 % Fleckvieh-Genanteil mit 30,4 % die höchste Behandlungshäufigkeit, während reines Fleckvieh nur in 10,3 % der Fälle wegen Problemen der Haut, Unterhaut oder der Haare behandelt wird. Die reinen Deutschen Holstein werden demgegenüber zu 19,4 % einer derartigen tierärztlichen Behandlung unterzogen.

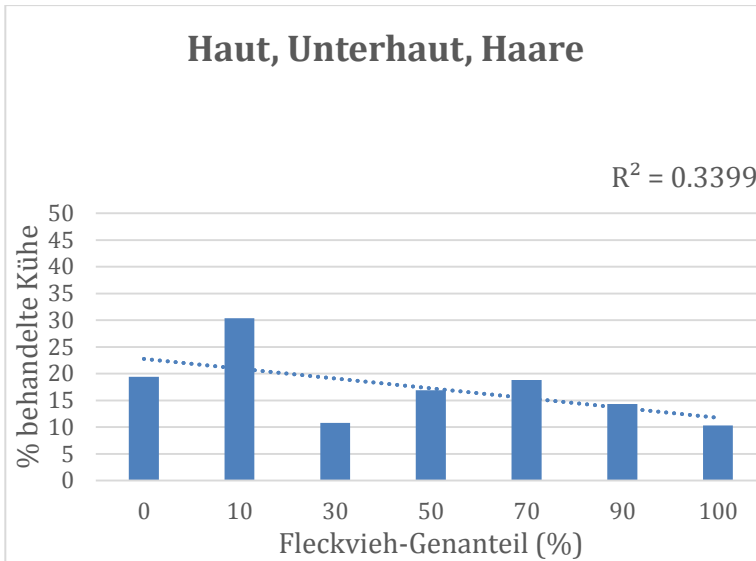


Abbildung 25: Erkrankungen der Haut, Unterhaut und Haare in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (%)

2.3.7 Hörner und Schwanz

Erkrankungen der Hörner oder der Schwänze veranlassen nur einen Bruchteil der Gesamtbehandlungen und machen laut Auswertung lediglich einen Anteil von 1,4 % aus. Hauptdiagnosen sind vor allem Schwanzverletzungen mit nachfolgender Schwanzamputation, Hornzapfenbrüche oder Hornmissbildungen. Hierbei haben die Kühe mit 10 % Fleckvieh-Genanteil mit 4,3 % Behandlungshäufigkeit die „kleinsten“ Probleme. Kühe der bereits mehrfach „auffällig gewordenen“ 50 % Fleckvieh-Genanteil-Klasse sind dagegen mit 15,7% tierärztlichen Behandlungen am häufigsten betroffen. Insgesamt ist aber aus der Trendlinie in Abbildung 26 keine eindeutige Tendenz pro oder contra Fleckvieh ableitbar.

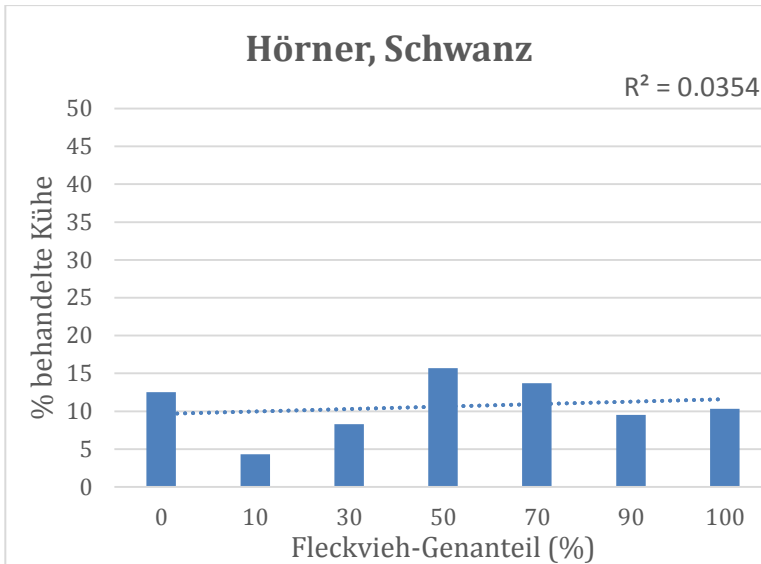


Abbildung 26: Erkrankungen von Hörner und Schwanz in Abhängigkeit vom Fleckviehgenanteil (%)

2.3.8 Klauenerkrankungen

Im Versuchszeitraum gingen insgesamt 5.131 Einträge über Klauenerkrankungen in das LVG-Datensystem ein; dabei wurden prophylaktische Klauenbehandlungen nicht berücksichtigt. Damit sind die Klauenerkrankungen mit 34,4 %, nach den Eutererkrankungen mit 37,3 %, die zweithäufigste Erkrankungsursache beim Milchvieh des LVG (siehe auch Abbildung 19). Am seltensten erfolgt eine (nicht-routinemäßige) Klauenbehandlung beim reinen Deutschen Fleckvieh (70,1 %) gefolgt von Kühen mit 90 % Fleckvieh-Genanteil (76,2 %). Im Vergleich zu reinen Deutschen-Holstein-Kühen mit 81,9 % ist das Fleckvieh offenkundig weniger anfällig in Bezug auf Klauenerkrankungen. Allerdings werden 91 % der Kühe mit

50 % Fleckvieh-Genanteil an erkrankten Klauen behandelt und damit im Vergleich aller Fleckvieh-Genanteile am häufigsten (Abbildung 27).

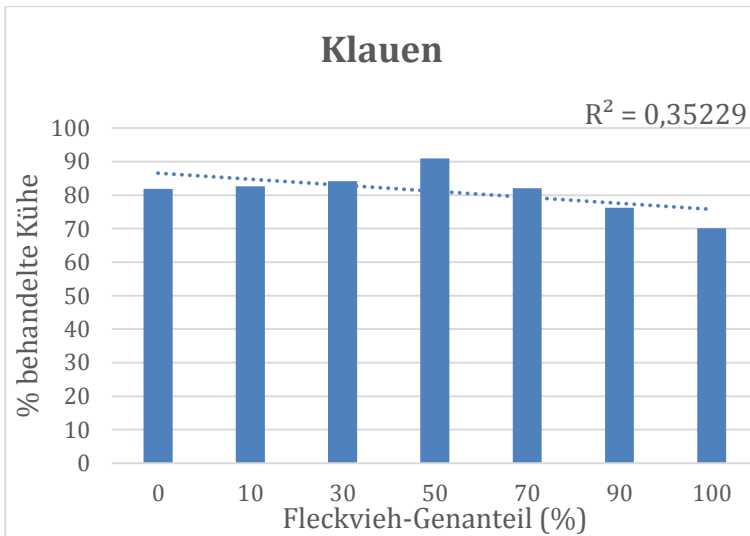


Abbildung 27: Klauenbehandlungen in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (%)

2.3.9 Kreislaufapparat und Blut

Mit einem Anteil von 0,2 % an den Gesamtbehandlungen machen die Behandlungen von Problemen des Kreislaufapparates und Blutes nur einen sehr geringen Anteil aus. Im Diagramm (Abb. 28) ist zu erkennen, dass im Versuchszeitraum bei reinen Fleckvieh-Kühen und bei Kühen mit 90 % Fleckvieh-Genanteil keine diesbezüglichen Behandlungen und somit vorausgegangene Erkrankungen dokumentiert sind. Dahingegen weisen reine Holstein-Kühe

bzw. Kühe mit einem Fleckvieh-Genanteil von 10 % in 5,6 % bzw. 4,3 % der Fälle entsprechende Behandlungen auf. Dies deutet darauf hin, dass Fleckvieh und Kühe mit relevantem Fleckvieh-Genanteil kreislaufgesünder sind als Holsteins und dass die Wahrscheinlichkeit von Kreislauferkrankungen mit steigendem Fleckvieh-Genanteil abnimmt. Hierfür spricht im Übrigen auch die ausgeprägt abfallende Trendlinie zugunsten eines zunehmenden Fleckvieh-Genanteils (Abbildung 28).

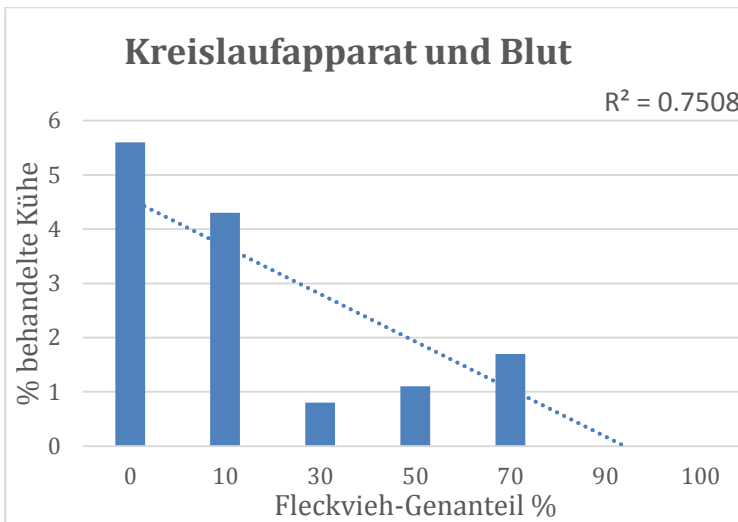


Abbildung 28: Erkrankungen von Kreislaufapparat und Blut in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (%)

2.3.10 Stoffwechsel- u. Mangelkrankheiten

Im Versuchszeitraum gingen insgesamt Daten über 382 durchgeführte tierärztliche Behandlungen in Bezug auf Stoffwechsel- und Mangelkrankheiten in die Datenbank des LVG ein. Hauptgründe für derartige Behandlungen sind sicherlich die Ketose und die Hypokalzämie, die vor allem Folge der ständig steigenden Milchleistung von Hochleistungsrindern sind.

Milchkühe mit einem Fleckvieh-Genanteil von 50 % werden in diesem Kontext am häufigsten behandelt, nämlich zu 33,7 %, gefolgt von reinen Deutschen-Holstein-Kühen mit 26,4 %. Überraschenderweise weisen Kühe mit 90 % Fleckvieh-Genanteil eine Behandlungshäufigkeit von 23,8 % auf. Dagegen werden von Kühen mit 10 % Fleckvieh-Genanteil lediglich 8,7 % behandelt und erweisen sich somit als am stoffwechselgesündesten unter den verglichenen Fleckvieh-Genanteilen (%). Im Vergleich zwischen reinen Deutschen Holstein- und reinen Fleckvieh-Kühen ist Fleckvieh deutlich weniger anfällig für Stoffwechsel- und Mangelkrankheiten, was durch die diesbezügliche Behandlungshäufigkeit von 26,4 % für Holsteins und nur 15 % für Fleckvieh zum Ausdruck kommt. Auch die geringfügig fallende Trendlinie in Abbildung 29 scheint diese Relation zu verdeutlichen.

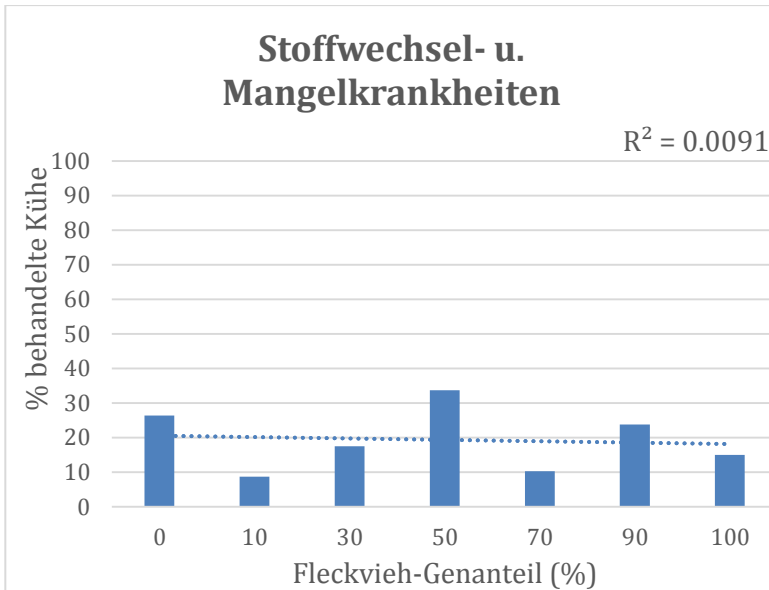


Abbildung 29: Behandlungen von Stoffwechsel- und Mangelkrankheiten in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (%)

2.3.11 Verdauungsapparat (Magen- u. Darmtrakt)

Maßgebliche Gründe für tierärztliche Behandlungen des Magen- u. Darmtrakts sind vor allem Labmagenverlagerungen, Blinddarmaufgasungen und Ileus (Darmverschluss). Im Versuchszeitraum gingen insgesamt 257 Daten über entsprechende Behandlungen ein. Am stärksten bzw. häufigsten betroffen sind erneut Kühe mit 50 % Fleckvieh-Genanteil, von denen 24,7 % mindestens einmal behandelt werden mussten. Kühe mit 30 % Fleckvieh-Genanteil wurden zu 10,8 % behandelt. Die geringsten gesundheitlichen Probleme mit dem Verdauungsapparat haben offenkundig die Kühe mit 10 % Fleckvieh-Genanteil (Behandlungshäufigkeit 4,3 %), dicht

gefolgt von reinen Fleckvieh-Kühen (Behandlungshäufigkeit 4,7 %) und Milchkühen mit 90 % Fleckvieh-Genanteil (Behandlungshäufigkeit 4,8 %). Von den reinen Deutschen Holsteins wurden 8,3 % wegen Problemen des Verdauungsapparates behandelt. Die Trendlinie zeigt keine eindeutige Richtung in höheren oder niedrigeren Fleckvieh-Genanteil (Abbildung 30).

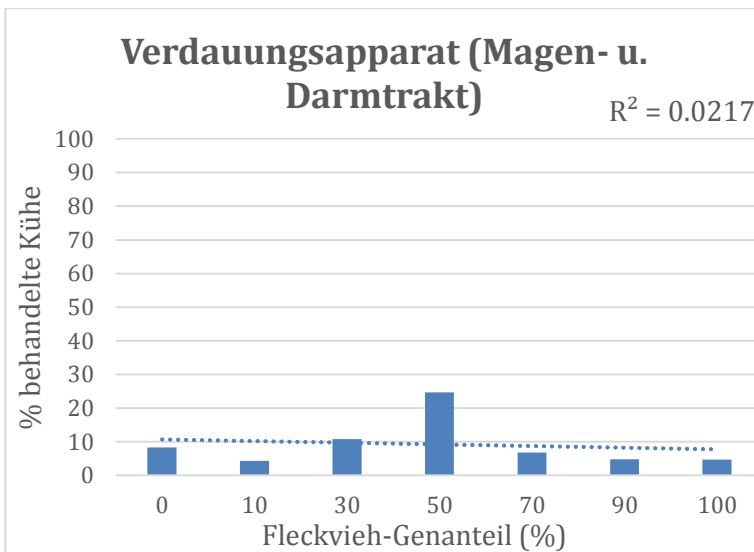


Abbildung 30: Behandlungen des Verdauungsapparates in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (%)

2.3.12 ZNS, Sinnesorgane, Verhalten

Erkrankungen des ZNS, der Sinnesorgane und Störungen des normalen Verhaltens machen insgesamt nur 0,3 % aller Erkrankungen der Milchkühe des LVG im Versuchszeitraum aus. Reine Deutsche Holstein-Kühe und Kreuzungstiere mit 50 % Fleckvieh-Genanteil werden in

identischem Umfang von 5,6 % behandelt, dicht gefolgt von Kühen mit 70 % Fleckvieh-Genanteil mit 5,1 % Behandlungen. Milchkühe mit einem Fleckvieh-Genanteil von 10 % fallen im Versuchszeitraum nicht mit Störungen des ZNS, der Sinnesorgane oder des Verhaltens auf. Vergleichsweise scheinen die Deutschen Holsteins anfälliger für Probleme des ZNS, der Sinnesorgane und des Verhaltens zu sein, auch wenn diese Einschätzung durch die Trendlinie in Abbildung 31 nicht gestützt wird.

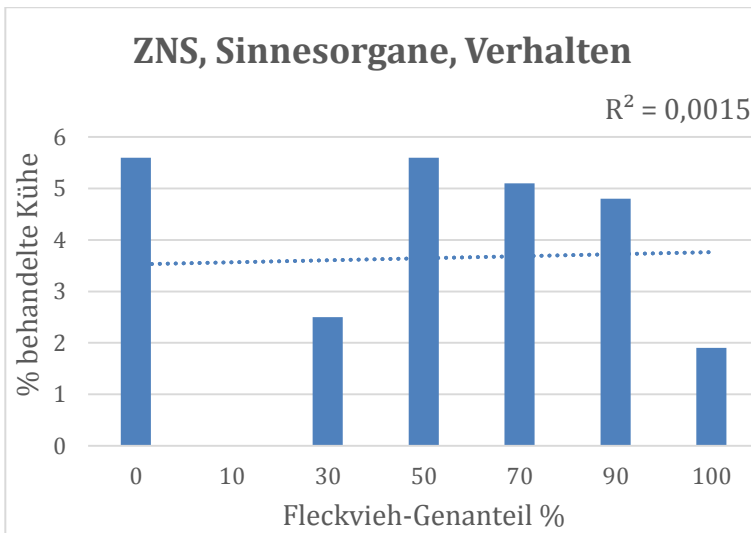


Abbildung 31: Behandlungen von ZNS-Erkrankungen, von Sinnesorganen und Verhaltensstörungen in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (%)

2.4 Abgangsalter und Laktationsmilchleistung im Abgangsjahr

2.4.1 Abgangsalter in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (%) bzw. der Abkalbesaison

Wie in Tabelle 10 zu erkennen ist, ist der fixe Effekt „Abkalbesaison“, laut SAS-Auswertung signifikant in Bezug auf das Abgangsalter. Der fixe Effekt „fv“, sprich der prozentuale genetische Anteil an Fleckvieh liegt mit $p = 0,0558$ knapp über der Signifikanzgrenze.

Tabelle 10: Varianzanalyse der fixen Effekte für das Abgangsalter

Effekt	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
fv	6	224	2,09	0,0558
Abkalbesaison	5	224	2,9	0,0148

fv = Fleckvieh-Genanteil; Num DF = Freiheitsgrade (Zähler); Den DF = Freiheitsgrade (Nenner); wenn $Pr > F \rightarrow \leq 0,05$, dann ist der Effekt statistisch signifikant

In Abbildung 32 ist zu erkennen das Kühe welche in den Monaten März/April abkalben das geringste Abgangsalter von 1773 Tagen aufweisen, dicht gefolgt von Tieren welche in den Monaten Mai/Juni abkalben. Diese erreichten ein Alter von durchschnittlich 1805 Tagen. Kühe welche in den Monaten September/Oktober abkalben wiesen das höchste Abgangsalter von 2229 Tagen auf.

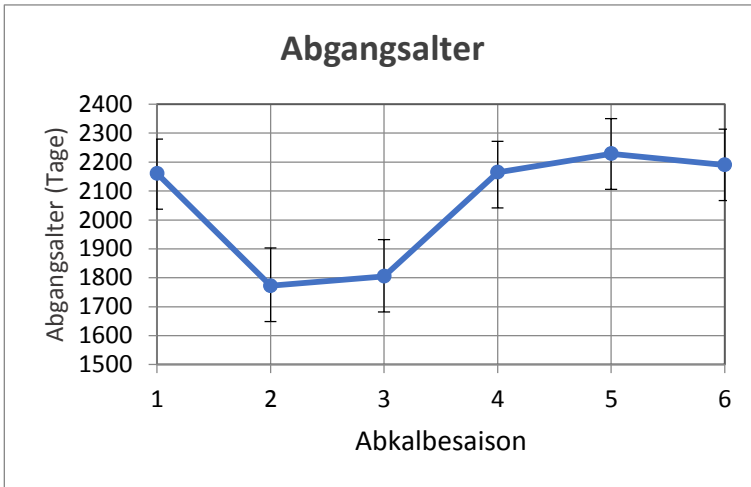


Abbildung 32: Abgangsalter in Abhängigkeit der Abkalbesaison

Wie Abbildung 33 verdeutlicht, weisen Kreuzungstiere mit 50 % Fleckvieh-Genanteil das höchste Abgangsalter mit 2415 Tagen auf. Das geringste Abgangsalter mit 1745 Tagen wurde dagegen bei Tieren mit 90 % Fleckvieh-Genanteil festgestellt. Wie in der genannten Abbildung ersichtlich ist, liegen die Werte für das Abgangsalter der anderen Tiergruppen mit unterschiedlichem Fleckvieh-Genanteil sehr dicht beieinander. Obwohl die Trendlinie einen leicht negativen Verlauf zeigt, ist dies nicht als statistisch signifikant zu beurteilen ($p=0,0558$).

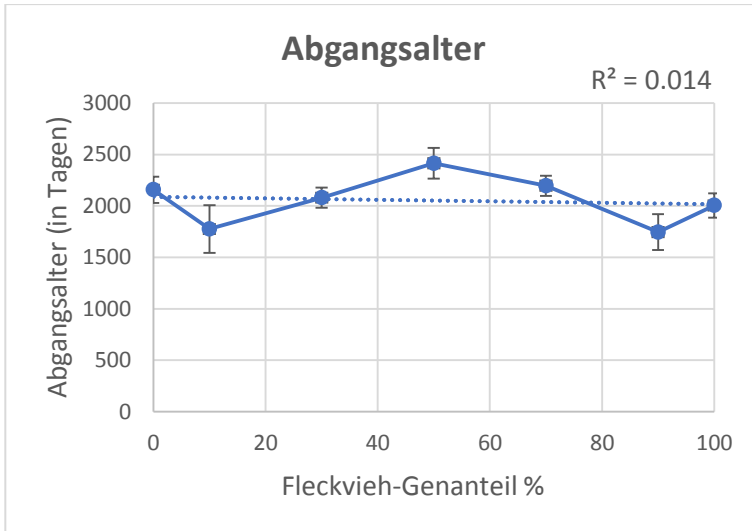


Abbildung 33: Abgangsalter in Bezug auf Fleckvieh-Genanteil (%)

2.4.2 Laktationsmilchleistung im Abgangsjahr

Wie aus der Tabelle 11 ersichtlich ist, waren die fixen Effekte von „fv“, „Lakt_Nr“, „Geburtsjahr“ und die Kovariable „Laktationstage“ im Hinblick auf die Laktationsleistung im Abgangsjahr signifikant.

Tabelle 11: Varianzanalyse der fixen Effekte bzw. der Kovariable Laktationstage für die Laktationsleistung im Abgangsjahr

Effekt	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
fv	6	206	5,51	<.0001
Lakt_Nr	8	206	9,56	<.0001
Geburtsjahr	14	206	6,66	<.0001
Laktationstage	1	206	661,44	<.0001

fv = Fleckvieh-Genanteil; Lakt_Nr =Laktationsnummer; Num DF = Freiheitsgrade (Zähler); Den DF = Freiheitsgrade (Nenner); wenn $\text{Pr} > F \rightarrow \leq 0,05$, dann ist der Effekt statistisch signifikant

Durchschnittlich 7.522 kg Milch, und damit auch die höchste Milchmenge, geben reine Holstein-Kühe im Abgangsjahr, dicht gefolgt von Kühen mit 50 % Fleckvieh-Genanteil mit 7.371 kg. Reine Fleckvieh-Kühe dagegen geben im Mittel nur lediglich 5.302 kg Milch (geringste Milchleistung). Dies konnte im Prinzip so erwartet werden, da Kühe der Rasse Holstein-Friesian doch gegenüber den Fleckvieh-Kühen allgemein in der Milchleistung überlegen sind. Anhand der Berechnungen und der grafischen Darstellung in Abbildung 34 ist insgesamt ein positiver Trend zugunsten eines höheren Holstein-Genanteils zu erkennen.

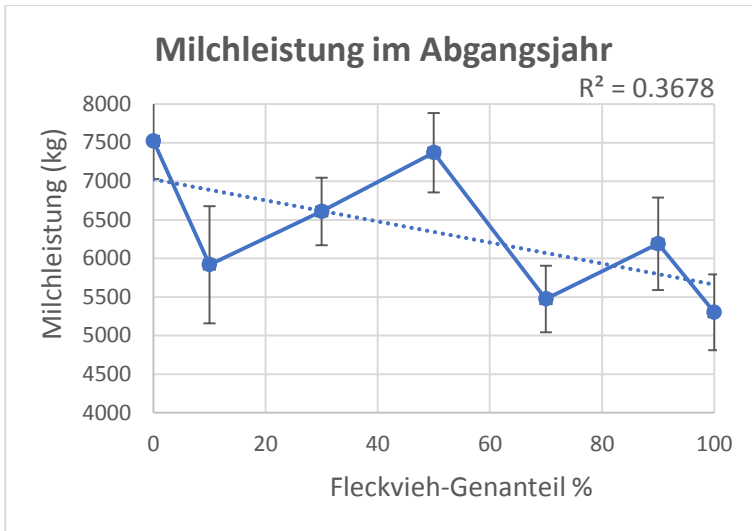


Abbildung 34: Laktationsmilchleistung im Abgangsjahr in Abhängigkeit vom Fleckvieh-Genanteil (%)

V. Diskussion

In dieser Arbeit soll dokumentiert und analysiert werden, ob Kreuzungskühe von Deutschen Holsteins und Deutschem Fleckvieh durch erneute Anpaarung mit Fleckvieh relevante Verbesserungen ihrer Tochter(kühe) bei ausgewählten Fruchtbarkeits- und Gesundheitsparametern ausprägen. Hierzu wurden im Milchviehbestand des LVG Oberschleißheim nach Wechselkreuzungen zwischen den beiden Ausgangsrassen seit April 2014 entsprechende Rückkreuzungen auf Fleckvieh durchgeführt, die es erlauben, die weiblichen Nachkommen verschiedenen Klassen, gestaffelt nach dem jeweils resultierenden Fleckvieh-Genanteil (%), zuzuordnen. Die Bezugnahme auf verschiedene Fleckvieh-Genanteile soll neben der qualitativen auch eine quantitative Bewertung des Effektes einer Stärkung des Fleckvieh-Genanteils bei den Versuchskühen erlauben.

1. Fruchtbarkeit

Von der Verstärkung des Fleckvieh-Genanteils in der Milchkuhherde des LVG anhand der oben sowie unter III.1.3 beschriebenen Rückkreuzungsstrategie werden im Prinzip deutliche Verbesserungen der Fruchtbarkeit bei den weiblichen Nachkommen erwartet.

Darüber hinaus wird auch der Einfluss der verschiedenen Abkalbbejahre, der verschiedenen Abkalbemonate sowie verschiedener Laktationen (Kuhalter) geprüft. Nachfolgend

werden die entsprechenden Ergebnisse im Hinblick auf die verschiedenen Fruchtbarkeitsparameter diskutiert.

1.1 Erstkalbealter

Nach den Angaben aus der Literatur (siehe Abschnitt II.), beispielsweise Mansfeld et al. (2014), wird erwartet, dass Kühe mit höherem Fleckvieh-Genanteil generell später abkalben als reine Deutsche Holstein-Kühe. Nach vorherrschender wissenschaftlicher Auffassung gilt hierfür der Grundsatz, dass Kühe leichter oder kleinerer Rassen früher ihr erstes Kalb bekommen und damit ein geringeres Erstkalbealter aufweisen als Kühe schwerer Rassen, wie beispielsweise Fleckvieh.

Nach den Versuchsergebnissen von Schichtl (2007) zum Erstkalbealter kalben Fleckvieh-Kühe mit 916 Tagen am spätesten, während reine Holsteins mit 853 Tagen das geringste Erstkalbealter aufweisen. Das Erstkalbealter der Kreuzungskühe dieser beiden Rassen liegt mit 877 Tagen für Kreuzungskühe FV-DH und mit 862 Tagen für Kreuzungskühe DH-FV zwischen diesen beiden Extremwerten (vgl. Schichtl 2007).

Die eigenen Versuchsergebnisse entsprechen diesen Erwartungen allerdings nicht. Vielmehr zeigt sich bei den Kreuzungskühen mit lediglich 10 % Fleckvieh-Genanteil das höchste Erstkalbealter von 895 Tagen und das niedrigste Erstkalbealter mit 844 Tagen bei Tieren mit 90 % Fleckvieh-Genanteil. Erwartet wurde dagegen, dass die Kühe mit dem höchsten Fleckvieh-Genanteil auch das höchste Erstkalbealter aufweisen. Anzumerken ist jedoch, dass die überraschenden Erstkalbealter-Ergebnisse von Kühen mit 10 % oder 90 % Fleckvieh-Genanteil auf relativ niedrigen Versuchstierzahlen beruhen.

Auch der leicht abfallende Trendlinienverlauf im Sinne eines abnehmenden Erstkalbealters mit zunehmendem Fleckvieh-Genanteil widerspricht eigentlich den wissenschaftlich-züchterischen Annahmen. Allerdings unterscheiden sich die Werte für das Erstkalbealter von Kühen auch unter den restlichen Fleckvieh-Genanteilen nur unwesentlich und sind statistisch nicht als signifikant verschieden zu bewerten.

Insgesamt zeigen die vorliegenden Ergebnisse deutliche Verringerungen des Erstkalbealters gegenüber den o. g. Angaben aus Untersuchungen und Erhebungen von Schichtl (2007). Offenkundig ist es dem LVG in den letzten Jahren auch gelungen, spezielle betriebsspezifische Einflussfaktoren auf diesen und möglicherweise auch weitere Fruchtbarkeitsparameter zu optimieren. Schichtl (2007) hatte beispielsweise im intensiven Lehr- und Versuchsbetrieb mit der hierdurch verursachten vergleichsweise großen Unruhe im Milchviehbestand einen möglichen Grund für die von ihr damals festgestellten schlechteren Fruchtbarkeitsergebnisse gesehen.

1.2 Rastzeit

Die Ergebnisse zur Rastzeit, wie auch die zur Gützeit, entsprechen weitgehend den wissenschaftlichen Annahmen, die von generell längeren Rastzeiten (auch Gützeiten) für Kühe bzw. Rassen mit hoher Milchleistung ausgehen. Insoweit sind die Ergebnisse zu den beiden Fruchtbarkeitsparametern Güt- und Rastzeit gewissermaßen komplex zu betrachten und stehen in engem fortpflanzungsbiologischen Zusammenhang. In der Tat wird auch die Rastzeit mit steigendem Fleckvieh-Genanteil in der Tendenz kürzer. An diesem grundsätzlichen Trend ändern im Prinzip auch die „Ausreißer“ bei den Rastzeiten der

Fleckvieh-Genanteile 10 % und 100 % nichts (vgl. Abbildung 6).

Wie bei den Gützeiten zeigen die Ergebnisse zur Dauer der Rastzeiten neben dem erwarteten genetischen Einfluss (Fleckvieh-Genanteil) ebenfalls eine Abhängigkeit von der Laktationsnummer. Obwohl in der Tendenz auch die Rastzeiten nach jeder Laktation geringfügig länger werden, sind die längsten Rastzeiten bei Kühen in der dritten Laktation festzustellen. Ob die Energieressourcen der Kühe gerade in dieser Phase ihres Lebens- und Leistungszyklus an Grenzen stoßen oder aber ihre Fortpflanzungsfähigkeit eine längere Pause benötigt, kann auf der Grundlage der eigenen Versuchsergebnisse nicht beurteilt werden.

Wie schon von Schichtl (2007) und Brähmig (2011) berichtet, werden auch bei den eigenen Erhebungen die kürzesten Gützeiten generell bei Kühen in der ersten Laktation beobachtet. Dies erscheint plausibel, da hier die individuellen Reserven noch uneingeschränkt zur Verfügung stehen dürften.

Der Einfluss des jeweiligen Kalbejahrs während der Versuchsdauer von 2010 bis 2016 ist auch in Bezug auf die Rastzeit bedeutsam. Deren Dauer nimmt im Versuchszeitraum von 120 Tagen im Jahr 2010 auf nur noch 84 Tage im Jahr 2016 ab. Da die Rastzeit maßgeblich von der Qualität des Herden- und insbesondere des Fortpflanzungsmanagements bestimmt wird, ist die festgestellte Verkürzung der Rastzeit bei den Milchkühen des LVG ein Beleg für entsprechende Fortschritte im betrieblichen Management.

Offenkundig beeinflusst der Abkalbezeitpunkt, ähnlich der Gützeiten, auch die Dauer der Rastzeit.

Besonders kurze Rastzeiten werden bei Kühen beobachtet, die in den Monaten Juli/August sowie September/Okttober abkalben, und somit nach Ablauf der freiwilligen und unfreiwilligen Wartezeit anschließend in den etwas kühleren Monaten besamt wurden. Dies kann durchaus mit der „Wohlfühltemperatur“ von Rindern im Bereich von 4 bis 16 Grad Celsius zusammenhängen.

Dies bestätigt auch das die längste Rastzeit von 99 Tagen (und auch fast längste Güstzeit mit 137 Tagen; max. 138 Tagen) bei Kühen mit Abkalbungen in den Monaten Mai/Juni festgestellt wird. Somit scheint dies der bereits formulierten Annahme eines negativen Einflusses der jeweils vorherrschenden klimatischen Bedingungen zu bestätigen. Auch zeigen Kühe laut Falk (2016) in den Sommermonaten durch vermehrtem Hitzestress häufiger ein verringertes Brunstgeschehen mit Bildung von Eierstockszysten und häufigeres Umrindern, welches dementsprechend großen Einfluss auf die Rastzeit nimmt.

Andere Erklärungsversuche hätten aber lediglich spekulativen Charakter.

1.3 Güstzeit

Im Unterschied zum Fruchtbarkeitsparameter Erstkalbalter entsprechen die vorliegenden Ergebnisse zur Güstzeit weitgehend den Erwartungen. So gelten Kühe der Rasse Fleckvieh gegenüber den Holstein Friesian- bzw. Deutschen Holstein-Kühen allgemein als fortpflanzungsbiologisch produktiver. Wie im Literaturteil unter II.2.4 dargestellt und auch von Schichtl (2007) sowie Brähmig (2011) betont wird, bleiben Hochleistungskühe der Rasse Deutsche Holsteins generell deutlich länger güst, also nicht tragend, gegenüber

Fleckvieh-Kühen. Die erstgenannte Autorin gibt die Günstzeit (Zwischentragezeit) für Deutsche Holstein-Kühe in der ersten Laktation mit 136 Tagen und in der zweiten Laktation mit 141 Tagen an. Demgegenüber beziffert sie die Günstzeit für Fleckvieh-Kühe mit 103 bzw. 104 Tagen für diese beiden Laktationen und die Dauer der Günstzeit für Kreuzungskühe aus beiden Rassen als zwischen beiden Extremwerten liegend (vgl. Schichtl 2007). Brähmig (2011) ermittelt für reine DH-Kühe eine Günstzeit von 147 Tagen und für reine FV-Kühe eine Günstzeit von nur 103 Tagen. Die Günstzeiten von Kreuzungskühen der beiden genannten Rassen mit den resultierenden Genotypen, die er in seine Untersuchungen einbezogen hatte, bewegen sich innerhalb der Spanne der Günstzeiten von reinen DH- und reinen FV-Kühen.

Die eigenen Untersuchungsergebnisse zeigen, dass durchschnittlich 142 Tage nach der Abkalbung DH-Kühe wieder tragend werden und die Günstzeit bei FV-Kühen dagegen im Mittel lediglich 128 Tage beträgt. Insoweit werden die diesbezüglichen Ergebnisse von Schichtl (2007) sowie Brähmig (2011) bestätigt, nach denen Fleckvieh-Kühe generell kürzere Günstzeiten aufweisen als Deutsche Holstein-Kühe. Im Unterschied zu den Ergebnissen von Schichtl (2007), die kürzere Günstzeiten für die erste und zweite Laktation ermittelt hatte, werden diese o. g. durchschnittlichen Günstzeiten in den eigenen Erhebungen über eine Dauer von mindestens fünf Laktationen ermittelt. Hierin dürfte auch der Grund für die gegenüber den von Schichtl (2007) ermittelten längeren Günstzeiten der eigenen Erhebungen liegen, da die Günstzeiten in aller Regel mit der Anzahl der Laktationen (Laktationsnummer) deutlich zunehmen und in der ersten bzw. zweiten Laktation am kürzesten sind. Dies bestätigen die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit. Die kürzeste Günstzeit mit 117 Tagen

haben generell Kühe der ersten Laktation und die längste Gützeit mit 142 Tagen Kühe in der dritten Laktation.

Mit 157 Tagen weisen Kreuzungstiere mit 10 % Fleckvieh-Genanteil überraschend die absolut längste Gützeit auf, während die kürzeste Gützeit von 114 Tagen interessanterweise bei Kühen mit 90 % Fleckvieh-Genanteil beobachtet wird. Für beide Feststellungen kann keine plausible Erklärung gegeben werden; auf die geringe Zahl der Versuchskühe in beiden Gruppen wird unter V.1.1 hingewiesen.

Gleichwohl ist insgesamt ein deutlich positiver Trend zu kürzeren Gützeiten bei höherem Fleckvieh-Genanteil festzustellen, wie dies auch zu erwarten war.

Ein generell positiver Trend zu kürzeren Gützeiten zeigt sich aber auch unabhängig von der genetischen Abstammung und Ausstattung der Versuchskühe innerhalb des Versuchszeitraums von 2010 und 2016. Beispielhaft seien hier nur die maximale Gützeit von 151 Tagen zu Versuchsbeginn im Jahr 2010 und die minimale Gützeit von lediglich noch 114 Tagen im Jahr 2015 genannt. Von diesem offensichtlichen Trend zu verkürzter Gützeit weicht lediglich das Kalbejahr 2016 sehr geringfügig ab, für das eine Gützeit von 115,48 Tagen errechnet wurde. Gleichwohl deutet diese insgesamt erfreuliche Entwicklung im Fortpflanzungsgeschehen des Milchkuhbestandes des LVG darauf hin, dass sich neben dem forcierten Zuchtfortschritt auch das offenkundig verbesserte Haltungs- und Fruchtbarkeits- bzw. Fortpflanzungsmanagement positiv auswirkt.

Darüber hinaus zeigen weitere Ergebnisse der eigenen Erhebungen, dass die Dauer der Gützeiten der Milchkühe des LVG auch durch den Abkalbezeitpunkt gewissermaßen

„saisonal“ beeinflusst wird. So weisen in den Sommermonaten Juli/August abkalbende Kühe, unabhängig von ihrer Genotypklasse, die kürzesten Gützeiten mit 122 Tagen auf, während bei in den Monaten November/Dezember abkalbenden Kühen die längsten Gützeiten von 139 Tagen auftreten.

Diese Kühe, welche nun in den Sommermonaten Juli/August abkalben, nehmen zu Beginn ihrer Gützeit in den kühleren Monaten Oktober/November schneller wieder auf, womit sich in Übereinstimmung mit Falk (2016) und De Rensis et al. (2017) die Annahmen unter V.1.2 zur verminderten Fertilität durch Hitzestress erklären lassen.

1.4 Zwischenkalbezeit

Wie bereits unter V.1.2 zur Rastzeit und unter V.1.3 zur Gützeit dargelegt, gilt auch für die Versuchsergebnisse zur Dauer der ZKZ, dass diese in der Tendenz mit steigendem Fleckvieh-Genanteil abnimmt. Im Mittel aller Kühe mit 100 % Fleckvieh-Genanteil beträgt die ZKZ lediglich 408 Tage, während reine Holstein-Kühe eine durchschnittliche ZKZ-Dauer von 418 Tagen aufweisen. Allerdings weisen die längste ZKZ von 437 Tagen Kühe mit 10 % Fleckvieh-Genanteil auf, während die kürzeste ZKZ von 388 Tagen bei Kühen mit 90 % Fleckvieh-Genanteil vorliegt. Die Kühe der letztgenannten FV-Genanteilgruppierung entsprechen damit auch der von Schichtl (2007) mit 395 Tagen bezifferten bzw. empfohlenen ZKZ-Höchstdauer. Die bei den Kühen mit Fleckvieh-Genanteilen zwischen 10 und 90 % festgestellte stetige Abnahme der ZKZ deckt sich weitestgehend mit den Ergebnissen zur Güt- und Rastzeit im Hinblick auf die verschiedenen Fleckvieh-Genanteile. Dies ist entsprechend zu erwarten, da die Dauer der ZKZ

von den anderen Fruchtbarkeitsparametern abhängt und diese einschließt.

Es ist naheliegend, dass die Dauer der ZKZ mit der Anzahl der absolvierten Laktationen tendenziell zunimmt, da auch Rast- und Güstzeit ansteigen. Die Dauer der ZKZ ist sozusagen eine Funktion der genannten anderen Fruchtbarkeitsparameter. Auch hier ist wieder die dritte Laktation für die Milchkühe offenbar besonders belastend, die die Fortpflanzungsdynamik vermindert und die längste ZKZ mit 425 Tagen bewirkt. Die kürzeste ZKZ mit durchschnittlich 395 Tagen haben dagegen Kühe zwischen der ersten und zweiten Abkalbung. Auch dies deckte sich wieder mit den oben gemachten Feststellungen zu Güst- und Rastzeit.

Wie bereits bei der Würdigung der Ergebnisse zu Rast- und Güstzeiten in Relation zum Abkalbejahr herausgestellt, ist auch in Bezug auf die Dauer der ZKZ neben der Rasse bzw. dem Genotyp der Tiere insbesondere die Qualität des Herden- und Fortpflanzungsmanagements maßgeblich. (vgl. Schichtl 2007)

So gelang es dem LVG, die Dauer der ZKZ über die gesamte Versuchsdauer hinweg stetig zu reduzieren. Damit wird ein wirtschaftlich bedeutsames Leistungsmerkmal des Milchviehbestandes deutlich verbessert. Gegenüber einer ZKZ von 434 Tagen zu Versuchsbeginn im Jahr 2010 stellt eine ZKZ von lediglich 354 Tagen ($SEE = \pm 21$ d) zum Versuchsende (2016) bzw. von 401 Tagen (Kalbejahr 2015) einen eminenten Fortschritt dar (Abbildung 16). Dies wird auch deutlich bei einem Vergleich mit der von Brähmig (2011) genannten „normalen“ Zwischenkalbezeit von 365 bis 405 Tagen für reines Fleckvieh, wofür nach Auffassung des genannten Autors ein sehr gutes Fruchtbarkeitsmanagement Voraussetzung ist. Unter

Hinweis auf die am LVG Oberschleißheim herrschenden besonderen Bedingungen von Lehre und Forschung sah Schichtl (2007) hierfür allerdings noch Verbesserungspotenzial. Diesbezüglich stellen die im Versuchszeitraum erzielten Ergebnisse zur Zwischenkalbezeit der Milchkühe des LVG insbesondere den hierfür verantwortlichen Mitarbeitern ein gutes Zeugnis aus. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass für Kühe, die im Jahr 2016 abkalbten, aufgrund der Datenstruktur nur 10 Beobachtungen mit einer Zwischenkalbezeit vorliegen, wodurch nur Kühe mit einer sehr kurzen Zwischenkalbezeit (mit einer weiteren Abkalbung im Jahr 2016) in die Auswertung eingingen. Dadurch ist das Ergebnis insbesondere für das Abkalbejahr 2016 mit einem hohen Schätzfehler (SEE) versehen (± 21 d). Folglich entspricht das Ergebnis für die Zwischenkalbezeit aus dem Kalbejahr 2015 (ZKZ = 401 Tage) eher den Gegebenheiten am Lehr- und Versuchsgut.

Dass spezielle Abkalbemonate (Abkalbesaison), insbesondere die Sommermonate Juli/August, günstigen Einfluss auf die ZKZ hatten, wurde schon betont. Mögliche Ursachen hierfür wurden bereits im Zusammenhang mit vergleichbaren Feststellungen bei Güst- und Rastzeiten genannt bzw. diskutiert. Auch im Hinblick auf die besonders kurze ZKZ von in den Monaten Juli/August abkalbenden Kühen des LVG bieten sich weitergehende plausible Erklärungen nicht an. Möglicherweise könnte eine entsprechende zeitliche Steuerung der Fortpflanzung (Brunstsynchronisation) im Hinblick auf verstärkte Abkalbungen in den Monaten Juli/August, sofern betriebs- und personalseitig realisierbar, besonders kurze ZKZ der

gesamten Milchviehherde des LVG und damit entsprechend günstige betriebswirtschaftliche Ergebnisse zur Folge haben.

2. Gesundheit

Von der Verstärkung des Fleckvieh-Genanteils in der Milchkuhherde des LVG anhand der oben sowie unter III.1.3 beschriebenen Rückkreuzungsstrategie wurden im Prinzip Verbesserungen der Gesundheit und der Fitness sowie der praktischen „Handhabbarkeit“ der Kühe bei den weiblichen Nachkommen erwartet.

Nachfolgend werden die entsprechenden Ergebnisse im Hinblick auf die verschiedenen Gesundheitsparameter bzw. die jeweilige Behandlungshäufigkeit in Bezug auf Milchkühe der verschiedenen Genotypklassen diskutiert. Gesundheitsparameter bzw. Behandlungshäufigkeiten von Organsystemen oder Behandlungsgebieten mit weitgehender Übereinstimmung der Ergebnisse bzw. Trends werden dabei gemeinsam abgearbeitet.

2.1 Behandlungshäufigkeit von Kühen verschiedener Fleckvieh-Genanteile

Die als Folge der vorgenommenen Rückkreuzung auf Fleckvieh, bekanntermaßen fitness- und leistungsstarke Doppelnutzungsrinder (vgl. Brähmig 2011), wissenschaftlich prognostizierte und praktisch erwartete positive Entwicklung ausgewählter Gesundheitsparameter entsprechender Nachkommen spiegelt sich in den Versuchsergebnissen nicht überzeugend wider. So entspricht die Anzahl

behandelter Kühe der verschiedenen Fleckvieh-Genanteile bzw. die Anzahl der Behandlungen jeweils weitgehend der Anzahl von Tieren, die dieser Versuchstierklasse angehören. Demgegenüber bestand das Ziel des Rückkreuzungsprogramms eigentlich darin, die Behandlungshäufigkeit bei den Rückkreuzungstieren mit höherem Fleckvieh-Genanteil gegenüber reinen Deutschen-Holstein-Kühen als Leistungsreferenz (vgl. Brähmig 2011) insgesamt und mit dem gestaffelt zunehmenden Fleckvieh-Genanteil verstärkt zu reduzieren. Bei Kühen mit den Fleckvieh-Genanteilen 0, 30, 50 und 70 % ist die Anzahl der Behandlungen prozentual zwar etwas geringer als bei Deutschen Holsteins; die erwartete deutliche Verbesserung des Gesundheitsstatus lässt sich hieraus aber nicht ableiten. Lediglich bei den Kühen mit 100 % Fleckvieh (107 Tiere) tritt eine relevante Verminderung der behandelten Tiere (97) ein, obwohl auch dies angesichts der Erwartungen nicht vollständig überzeugen kann. Da die Behandlungszahlen pauschal für die Gesamtherde bzw. für die Kühe der verschiedenen Fleckvieh-Genanteile erhoben wurden, konnte eine Differenzierung dahingehend, ob einzelne Kühe mehrfach aus gleichem oder anderem Anlass behandelt wurden, nicht vorgenommen werden. Insoweit ist auch nicht auszuschließen, dass einzelne oder mehrere „kranke“ Kühe durch Inanspruchnahme mehrerer oder gar vieler Behandlungen das Ergebnis für einzelne Fleckvieh-Genanteil-Gruppen oder sogar das Gesamtergebnis verzerrt haben könnten. Insoweit liefern die vorliegenden Ergebnisse lediglich Auskunft zu den rein quantitativen Aspekten tierärztlicher Behandlungen im Versuchszeitraum, während qualitative Aspekte ausgenommen bleiben. Es könnte durchaus sein, dass Rückkreuzungskühe mit erhöhtem Fleckvieh-Genanteil tatsächlich hinsichtlich ihrer Gesundheitsparameter überlegen sind, dies aber durch die

erhobenen Daten bzw. Versuchsergebnisse nicht abgebildet wird.

2.2 Behandlungshäufigkeit verschiedener Organsysteme bzw. Behandlungsgebiete insgesamt

Die Gesamtzahl von insgesamt 14.904 tiermedizinischen Behandlungen, die vom elektronischen Datenerfassungssystem des LVG im Versuchszeitraum dokumentiert wurde, veranschaulicht eindrucksvoll die hohe Betreuungsintensität am LVG. Ob in einem reinen Produktionsbetrieb mit dem Fokus auf betriebswirtschaftlicher Rentabilität eine zahlenmäßig vergleichbar hohe Inanspruchnahme tierärztlicher Leistungen aufgetreten wäre, kann hier nicht beurteilt werden. Anzunehmen ist freilich, dass der akademische Lehr- und Versuchsbetrieb (LVG) einer Tierärztlichen Fakultät sich durch eine besondere Qualität der Tierbeobachtung und Gesundheitskontrolle sowie entsprechender diagnostischer Untersuchungen auszeichnet. Daher könnten im Versuchszeitraum auch Gesundheitsstörungen erkannt und Behandlungen durchgeführt worden sein, die in normalen Milchviehbetrieben keine Beachtung gefunden hätten.

Gleichwohl entsprachen die Ergebnisse, bezogen auf die verschiedenen Organsysteme bzw. Behandlungsgebiete den Erwartungen und Praxiserfahrungen. So machen in Milchviehbeständen nach Angaben aus dem Schrifttum (vgl. Schichtl 2007; Pieper 2010; Fölsche 2012) generell „Eutererkrankungen“ und „Klauenerkrankungen“ den Hauptteil der Gesamtbehandlungen aus. Tatsächlich veranlassten bzw. verursachten diese beiden

Krankheitskomplexe mehr als 70 % aller tierärztlichen Behandlungen im Milchviehversuchstierbestand des LVG innerhalb des Versuchszeitraums, wovon mehr als 37 % auf die Eutererkrankungen und mehr als 34 % auf die Klauenerkrankungen entfallen. Auch die „Gynäkologie“ ist, an den reinen Behandlungszahlen gemessen, das erwartete bedeutsame tierärztliche Aufgabengebiet und liefert den dritthäufigsten Grund für tierärztliche Behandlungen. Diese Feststellung deckt sich ebenfalls mit den Angaben aus der Literatur, beispielhaft sei hier nur auf Pieper (2010) und Fölsche (2012) verwiesen. Auch Rickerts (2014) sieht Eutererkrankungen, Fruchtbarkeitsstörungen und Lahmheiten als bedeutsamste Erkrankungen bzw. Störgrößen in Milchviehbetrieben an.

Im Rahmen dieser Arbeit machten die übrigen Organsysteme bzw. Behandlungsgebiete tierärztliches Handeln wie folgt erforderlich: „Bewegungsapparat“ (3,77 %), „Stoffwechsel- und Mangelkrankheiten“ (2,56 %), „Haut, Unterhaut und Haare“ (2,14 %), „Verdauungsapparat“ (1,72 %), „Geburtshilfe“ (1,71 %), „Hörner und Schwanz“ (1,38 %), „ZNS, Sinnesorgane und Verhalten“ (0,34 %), „Kreislaufapparat und Blut“ (0,23 %), „Atmungsapparat“ (0,23 %), „Körperhöhlen, Leber, Pankreas, endokrine Organe“ (0,08 %) und „Infektionskrankheiten“ (0,06 %). Die geringste Behandlungsrate mit einem Anteil von nur 0,03 % wird im Zusammenhang mit dem Befund „parasitäre Erkrankungen“ dokumentiert.

2.3 Behandlungshäufigkeit der verschiedenen Fleckvieh-Genanteil-Gruppen in Bezug auf die verschiedenen Organsysteme bzw. Behandlungsgebiete im Vergleich zu reinen Deutschen-Holstein-Kühen

2.3.1 Organsysteme bzw. Behandlungsgebiete mit geringerer Behandlungshäufigkeit bei Fleckvieh

Milchkühe haben insgesamt selten Probleme mit dem Kreislaufapparat und Blut. Die zahlenmäßig insgesamt geringe Inanspruchnahme tierärztlicher Behandlungen innerhalb des Versuchszeitraumes in Bezug auf dieses Organsystem macht dennoch deutlich, dass reines Fleckvieh und Kühe mit relevantem Fleckvieh-Genanteil kreislaufgesünder sind als reine Holsteins. Insoweit werden auch die Erwartungen bestätigt, dass die Rückkreuzung mit Fleckvieh zu Verbesserungen der Fitness führen könnte und das Risiko für Herz- und Kreislauferkrankungen bei derartigen Rückkreuzungskühen mit verstärktem Fleckvieh-Genanteil insgesamt rückläufig sein dürfte.

Auch im Hinblick auf die Anzahl von Behandlungen wegen Stoffwechsel- und Mangelkrankheiten schneiden Fleckvieh-Kühe bzw. Kühe mit einem Fleckvieh-Genanteil >0% insgesamt besser ab als reine Deutsche Holsteins. Dies könnte auf die bei ihnen vorhandenen größeren Energiereserven, zum Beispiel Körperfettanteil (Schweizer et al. 2018), zurückzuführen sein und entspricht insoweit den Erwartungen.

Obwohl auch Behandlungen bzw. Erkrankungen der Haut, Unterhaut oder Haare im Milchviehbestand des LVG innerhalb des Versuchszeitraumes insgesamt relativ selten vorkommen, wird im Prinzip ersichtlich, dass die

diesbezüglichen Behandlungshäufigkeiten mit steigendem Fleckvieh-Genanteil ebenfalls geringer werden.

Dies trifft sinngemäß auch auf die Behandlungshäufigkeit bei Eutererkrankungen sowie Klauenerkrankungen zu. In beiden Behandlungsfeldern erweisen sich Fleckvieh-Kühe bzw. „Rückkreuzungskühe“ mit Fleckvieh-Genanteil als in der Tendenz gesundheitlich geringfügig stabiler und damit reinen Deutschen Holstein-Kühen überlegen, was eigentlich, allerdings mit stärkerer Ausprägung, erwartet werden konnte. Da es sich bei den Euter- und den Klauenerkrankungen um die, betriebswirtschaftlich gesehen, bedeutsamsten Erkrankungen bei Hochleistungskühen handelt, könnte dies dennoch Relevanz besitzen. Die hierbei aus dem Rahmen fallenden, ungünstigen Teilergebnisse der Kühe mit 50 % Fleckvieh-Genanteil sind allerdings zu beachten und sollten eingehender analysiert werden. Möglicherweise ist für die F1-Kühe ein negativer Heterosiseffekt zu verzeichnen, der auf der höheren Fett- und Eiweißleistung der F1-Kühe beruht (Schichtl, 2007, Brähmig 2011). Swalve (2007) zeigt bei F1-Kreuzungskühen aus Holstein und Braunvieh ebenfalls höhere Fett- und Proteinleistungen (% , kg) im Vergleich zu reinen Holsteins. Die erwartete höhere Fitness (weniger Behandlungen) aufgrund von positiven Heterosiseffekten tritt scheinbar bei den F1-Kühen nicht ein. Betrachtet man jedoch das Abgangsalter, dann zeichnen sich die F1-Kühe tendenziell durch das höchste Abgangsalter mit 2415 Lebenstagen aus (Abbildung 32). Dies entspricht auch den diesbezüglichen Angaben von Buckley et al. (2014) sowie von Clasen et al. (2017).

Das höhere Abgangsalter der F1-Kühe wiederum kann die höhere Behandlungshäufigkeit erklären, da ältere Kühe (in höheren Laktationen) häufiger behandelt werden als jüngere.

Demzufolge ist von den F1-Kühen (50 % Fleckvieh-Genanteil) doch eine höhere Fitness zu erwarten, da sie fast 1 Jahr länger genutzt werden als der Durchschnitt der reinrassigen Herkünfte Deutsche Holsteins und Fleckvieh (2081 Lebenstage zu 2415 Lebenstagen in der F1). Das entspricht einem positiven Heterosiseffekt von 16% für die Nutzungsdauer in der F1 (Abbildung 32).

Erkrankungen des ZNS, der Sinnesorgane und Störungen des normalen Verhaltens werden generell ausgesprochen selten bei den Milchkühen des LVG festgestellt. Gleichwohl legen die hierzu im Versuchszeitraum erhobenen Befunde und Daten die Annahme nahe, dass reine Holstein Friesian-Kühe etwas anfälliger für Probleme des ZNS, der Sinnesorgane und des Verhaltens sind. Obwohl dieser Trend nicht über alle Fleckvieh-Genanteile darstellbar ist, würde dies die herrschende Auffassung von der stabileren Gesundheit von Fleckvieh stützen. (vgl. Buckley et al. 2014; Clasen et al. 2017)

2.3.2 Organsysteme bzw. Behandlungsgebiete mit höherer Behandlungshäufigkeit bei Fleckvieh

Milchkühe leiden generell selten an Erkrankungen des Atmungsapparats. Daher wurden bei Kühen der verschiedenen Fleckvieh-Genanteile im Versuchszeitraum auch keine diesbezüglichen Behandlungen dokumentiert. Gleichwohl scheinen Fleckvieh bzw. Kühe mit Fleckvieh-Genanteil anfälliger für Erkrankungen des Atmungsapparates zu sein, wofür es in der wissenschaftlichen Literatur weder entsprechende Hinweise noch plausible Erklärungen gibt. Auch im Hinblick auf den Abkalbeprozess und hierbei erforderliche geburtshilfliche

Leistungen sind Kühe mit einem Fleckvieh-Genanteil $> 0\%$ nicht, wie erwartet, weniger problematisch und „gesünder“ gegenüber reinen Deutschen-Holstein-Kühen. Fleckvieh-Kühe sollten aufgrund ihres robusten Körperbaus und großen Rahmens eigentlich leichter abkalben als kleinere, zartgliedrige Kühe, wie die Deutschen Holsteins. Im Gegenteil benötigen Kühe mit Fleckvieh-Genanteil $> 0\%$ bei den Abkalbungen sogar häufiger tierärztliche Unterstützung. Da diese in der Regel aber sehr aufwendig ist, spricht auch dieser Aspekt nicht für einen relevanten züchterischen Vorteil durch die Rückkreuzung.

2.3.3 Organsysteme bzw. Behandlungsgebiete mit nahezu übereinstimmender Behandlungshäufigkeit

Im Hinblick auf Erkrankungen des Bewegungsapparats, von Hörnern und Schwanz sowie gynäkologischen Störungen zeigen die Behandlungszahlen im Versuchszeitraum keine deutlichen Unterschiede zwischen reinen Deutschen Holsteins und den Fleckvieh-Rückkreuzungskühen, möglicherweise ist dies auch eine Folge des geringen Datenumfangs. Auch hinsichtlich der Behandlungshäufigkeit infolge von Verdauungsstörungen bzw. Problemen des Verdauungsapparates unterscheiden sich die Versuchstiergruppen nicht. Dies überrascht, da Fleckvieh beispielsweise weniger anfällig für Labmagenverlagerungen sein soll. Insoweit waren auch hierbei die angestrebten Züchterfolge durch Rückkreuzung im Prinzip nicht zu beobachten.

VI. Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden über den Zeitraum vom 1. Januar 2010 bis zum 31. Dezember 2016 erhobene und dokumentierte Daten zur Fruchtbarkeit und zur Gesundheit verschiedener Versuchstiergruppen des Milchviehbestandes des Lehr- u. Versuchsgut Oberschleißheim (LVG) ausgewertet. Im Fokus stehen dabei vergleichende Betrachtungen ausgewählter Fruchtbarkeits- und Gesundheitsparameter einschließlich des Abgangsalters und der Laktationsleistung im Abgangsjahr von Kühen aus einem Wechsellkreuzungsprogramm zwischen Deutschen Holsteins und Deutschem Fleckvieh sowie eines im April 2014 begonnenen Zuchtprogramms, das zum Ziel hat, die im Bestand vorhandenen Kreuzungskühe aus den Rassen Deutsche Holsteins und Fleckvieh erneut mit Fleckvieh zurück zu kreuzen, um den Fleckvieh-Genanteil in der Herde massiv zu erhöhen. Für die vergleichenden Prüfungen werden neben einer Versuchstiergruppe reiner Deutsche Holstein-Kühe, insgesamt sechs weitere Versuchstiergruppen mit unterschiedlichen Fleckvieh-Genanteilen einschließlich einer Gruppe reiner Fleckvieh-Kühe gebildet. Den verschiedenen Versuchstiergruppen mit unterschiedlichen Fleckvieh-Genanteilen gehören mindestens 21 und höchstens 120 Kühe an.

Die Milchkühe wurden innerhalb des genannten Versuchszeitraumes im LVG unter gleichen standardisierten Bedingungen gehalten, gefüttert und gemolken.

Zur Analyse der ausgewählten Fruchtbarkeitsparameter konnten die im elektronischen Datenerfassungssystem des LVG gesammelten Daten von insgesamt 364 Kühen im Hinblick auf das Erstkalbealter bzw. von 349 Kühen im

Hinblick auf Rast-, Güst- und Zwischenkalbezeit verwendet werden. Zusätzlich erfolgte eine Auswertung der genannten Daten hinsichtlich der verschiedenen Abkalbejahre von 2010 bis 2016, der von den Kühen jeweils absolvierten Laktationen (Laktationsnummer) sowie der jeweiligen Abkalbesaison, wofür Abkalbungen aus jeweils zwei Monaten, beginnend mit den Monaten Januar und Februar, zusammengefasst wurden.

Hinsichtlich der untersuchten Fruchtbarkeitsparameter ist festzustellen, dass sich Kühe mit höherem Fleckvieh-Genanteil hinsichtlich des Erstkalbealters nicht signifikant von den Deutschen Holsteins unterscheiden. Dies konnte im Prinzip auch nicht erwartet werden, da für Kühe größerer und schwererer Rinderrassen generell ein höheres Erstkalbealter vorausgesetzt wird. Allerdings machen die Daten zum Erstkalbealter, von Kühen welche im Zeitraum von 2000 bis 2014 geboren sind, deutlich, dass es dem LVG gelungen ist, das Erstkalbealter insgesamt deutlich zu senken. Im Hinblick auf die Dauer von Güst- und Rastzeiten ergibt sich mit zunehmendem Fleckvieh-Genanteil eine deutlich positive Tendenz; diese betriebswirtschaftlich bedeutsamen Parameter konnten zeitlich verkürzt werden. Daneben wird allerdings, unabhängig vom jeweiligen Fleckvieh-Genanteil der Kühe, eine Zunahme von Güst- und Rastzeiten mit steigender Laktationsnummer (steigendem Kuhalter) festgestellt, was mit Literaturangaben und entsprechendem Erfahrungswissen übereinstimmt. Im Zeitraum von 2010 bis 2016 konnten die Güst- und Rastzeiten der Kühe des LVG deutlich und stetig verkürzt werden, was als Beleg für gutes Fortpflanzungsmanagement zu werten ist. Kühe welche in den Sommermonaten Juli und August abkalbten wiesen generell besonders kurze Güst- und Rastzeiten auf.

Auf die Zwischenkalbezeit hat der erhöhte Fleckvieh-Genanteil einen insgesamt positiven, verkürzenden Effekt. Innerhalb des aussagekräftigen Auswertungszeitraumes von 2010 bis 2015 sinkt die durchschnittliche Zwischenkalbezeit von 434 auf 401 Tage. Auch hier werden bei Kühen, die in den Monaten Juli/August abkalben, die kürzesten Zwischenkalbezeiten beobachtet.

Für die Analyse der ausgewählten Gesundheitsparameter werden Daten von insgesamt 14.904 tiermedizinischen Behandlungen herangezogen und diese im Hinblick auf verschiedene betroffene Organsysteme bzw. Behandlungsgebiete, beispielsweise Geburtshilfe oder Gynäkologie, ausgewertet. In der Milchviehherde des LVG dominieren, wie zu erwarten, Euter- und Klauenerkrankungen sowie gynäkologische Erkrankungen, was durch die entsprechenden Behandlungszahlen bzw. -häufigkeiten belegt wird. Allein die Erkrankungen dieser Organe bzw. Organsysteme erfordern etwa 70 % aller tiermedizinischen Behandlungen. Bei der Mehrzahl der Gesundheitsparameter sind in der Tendenz zwar Vorteile für Fleckvieh auszumachen, allerdings werden regelmäßig aus dem Rahmen fallende Werte (Ausreißer) bei Kühen mit einem hohen Fleckvieh-Genanteil (z. B. 50 %) festgestellt, die insoweit dem Trend widersprechen, aber in der F1 - Generation auf Heterosiseffekten beruhen dürften. F1-Kühe (50 % Fleckvieh-Genanteil) erreichen das höchste Lebensalter zum Zeitpunkt des Abgangs (2.415 Lebenstage) und liegen damit in der Nutzungsdauer um 16 % über dem Durchschnitt reinrassiger Deutscher Holsteins und Deutschen Fleckviehs. Im Gegensatz zeigen sich auch reine Deutsche Holstein-Kühe in einer Reihe von Gesundheitsparametern überlegen. Sie müssen beispielsweise weniger häufig wegen Erkrankungen des Atmungsapparates behandelt werden und benötigen seltener

tierärztliche Unterstützung beim Abkalben. Schlussendlich konnten im Hinblick auf Erkrankungen des Bewegungsapparates, des Verdauungsapparates, der Hörner und Schwänze sowie der weiblichen Geschlechtsorgane zwischen den Versuchstiergruppen keine relevanten Unterschiede festgestellt werden.

Insoweit lässt sich die von Kühen mit erhöhtem Fleckvieh-Genanteil eigentlich erwartete Überlegenheit im Hinblick auf den Gesundheitsstatus und die Erkrankungsanfälligkeit und -häufigkeit aus den Behandlungsdaten des LVG im Zeitraum von 2010 bis 2016 nicht ableiten. Berücksichtigung finden muss in diesem Zusammenhang zudem auch, dass die durchgeführte Rückkreuzung zur Verstärkung des Fleckvieh-Genanteils bei den Milchkühen des LVG geringere Milchleistungen der Tochtergenerationen zur Folge haben dürfte, was auch aus der Laktationsmilchleistung im Abgangsjahr abzuleiten ist. Die zu erwartenden Minderleistungen (-2200 kg Milch im Abgangsjahr bei reinen Deutschen Fleckvieh-Kühen im Vergleich zu reinen Deutschen Holstein-Kühen) werden durch die dargelegten moderaten Verbesserungen einzelner Gesundheits- und Fruchtbarkeitsparameter, betriebswirtschaftlich gesehen, kaum wettgemacht.

VII. Summary

In this thesis, data are evaluated, which were collected and documented over a period from 1/1/2010 to 12/31/2016 concerning the fertility and health of animal trial groups of the dairy cattle stock of the „Lehr – und Versuchsgut Oberschleißheim“ (LVG), the Livestock Centre of the Veterinary Faculty of the Ludwig’s Maximilian University of Munich. It was focused on contrastive contemplations of certain fertility and health parameters including the age of disposal and the milk yield of cows in the last year before their disposal. These cows were taken from a (former) criss-cross breeding programme between German Holsteins and German Fleckvieh and a backcross breeding programme which was started in April 2014. The aim of the backcross programme was to drastically increase the Fleckvieh breed proportion in the herd. Apart from one group of purebred German Holstein cows (with 0% Fleckvieh), six further groups of different Fleckvieh breed proportions including one purebred Fleckvieh group have been defined. The different groups contain at least 21 cows at a maximum of 120.

During the trial period, the cows were held, fed and milked under constant and standardized conditions at the LVG.

For the analysis of the chosen fertility parameters, data collected by the LVG in their electronic data collecting system of 364 cows concerning the age of primal calving and of 349 cows concerning resting time and days open as well as calving interval were considered. Additionally, the latter data were examined with regard to the year of calving from

2010 to 2016 and to the number of lactations completed (lactation number) as well as the respective season of calving. The calving period of two consecutive months beginning with January and February formed totally six calving season classes.

Taking the fertility parameters, it has to be stated that cows with a higher German Fleckvieh breed proportion do not differ significantly from purebred German Holstein cows as far as the age at first calving is concerned. This fact could not have been expected though, as a higher age at first calving is generally assumed for cows of bigger and heavier breeds. However, the data on the age at first calving collected for cows born between 2000 to 2014 show that the LVG has succeeded in lowering the age at first calving tremendously. A clear positive tendency is obvious when it comes to the periods of resting time and days open in favour of cows with a higher Fleckvieh breed proportion (e.g. -12 days open for purebred German Fleckvieh vs. German Holsteins). In addition, an increase of the resting time and days open can be observed with higher lactation numbers (age of the cow). In the period from 2010 to 2016, the resting times and days open of the LVG's cows could clearly and constantly be reduced, which provides evidence for an improved reproduction management. Cows calving in July and August generally showed especially shorter days open and resting times than in the other calving seasons.

The higher breed proportion of Fleckvieh has a positive effect on the calving interval (-10 days in favour of purebred Fleckvieh vs. purebred Holstein cows). In addition, within the trial period with a reasonable number of observations for that trait between 2010 and 2015, the average calving interval shrinks from 434 to 401 days. Again, the shortest calving

intervals show cows calving in the months of July and August. The analysis of the health parameters chosen for this project included 14.904 observations of cows that were veterinary diagnosed during the study period. These diagnostic records were evaluated with respect to the organ systems affected, respectively the method of treatment such as obstetrics or gynaecology. As it could be expected, the predominant diseases of the LVG's cows were mainly udder and claw diseases as well as gynaecological diseases, as evidenced by the number and frequency of the treatments. Only the diseases concerning these organs or organ systems require about 70% of all veterinary treatments. There is a tendency towards an advantage for higher Fleckvieh breed proportions as far as the health parameters are concerned. However, cows with a medium Fleckvieh breed proportion ($F1 = 50\%$) show more often a higher diagnostic incidence. The reason for this unexpected result might be found in the longer productive time of the F1 cows leading to more treatments in comparison to the cows with a shorter live span. These values do not follow the trend of less treatments for cows with increasing Fleckvieh breed proportions, but are assumed to be based on heterosis effects in the F1 generation. F1 cows reach the highest age at the time of culling (2415 days of life), which increases their productive time by 16 % compared to the average of purebred German Holstein and purebred German Fleckvieh cows. On the contrary, purebred German Holstein cows appear superior in a few health parameters. They need fewer treatments for the respiratory organs, for example, and less veterinary support for the calving process is needed. Finally, no significant differences could be discovered between the experimental groups concerning diseases of the motion apparatus, the digestive system, the horns and tails as well as the female sexual organs.

Given that, an initially assumed superiority of cows with a higher Fleckvieh breed proportion concerning the health status and the probability and frequency of diseases can't be deducted using the data of the LVG from 2010 to 2016.

It has to be taken into account that the applied Fleckvieh back-crossing will result in a lower milk yield of the daughter generations. The performance reduction most likely can not be compensated economically by improvements of single health and fertility parameters.

VIII. Literaturverzeichnis

- Andorf, S., Gärtner, T., Steinfath, M., Witucka-Wall, H., Altmann, T., Repsilber, D. (2009): *Towards Systems Biology of Heterosis: A Hypothesis about Molecular Network Structure Applied for the Arabidopsis Metabolome*. EURASIP Journal on Bioinformatics and Systems Biology, Volume 2009, Article ID 147157, 12 pages, doi:10.1155/2009/147157.
- Anacker, G. (2003): *Hochleistung und Tiergesundheit bei Milchkühen*. Archiv für Tierzucht (Dummerstorf) 46. Sonderheft: 57-62.
- Arbel, R., Y. Bigun, E. Ezra, H. Sturman, and D. Hojman (2001): *The Effect of Extended Calving Intervals in High Lactating Cows on Milk Production and Profitability*. Journal of Dairy Science 84. 600–608.
- Bach, S. (1983) in: Wörterbuch der Veterinärmedizin. Hrsg: Wiesner, E. und Ribbeck, R.. 2. Auflage. 415. *Stichwort: Fruchtbarkeitsparameter*. VEB Gustav Fischer Verlag Jena.
- Bachstein, J. K. (2016): *Untersuchung von Einflussfaktoren auf die Höhe der Einsatzleistung von Holstein Friesian – Kühen und deren Beziehung zur Milchleistung in der Folgelaktation*. Dissertation. FU Berlin http://www.diss.fu-berlin.de/diss/servlets/MCRFileNodeServlet/FUDISS_derivate_000000020484/Bachstein_online.pdf
- Bateson, W. (1909): Mendel's principles of heredity. University Press, Cambridge.
- Baumung, Roswitha (2005): Genetische Grundlagen und Methoden der Kreuzungszucht . *Seminar des*

Ausschusses für Genetik der ZAR. Zucht-Data.

Salzburg.

<http://cgi.zar.at/download/Seminar2005.pdf#page=5>.

Bergfeld, Uwe, Michael Klunker (2002): *Bedeutung funktionaler Merkmale in der Rinderzucht und Möglichkeiten für deren züchterische Verbesserung*. Archiv für Tierzucht (Dummerstorf) 45. Sonderheft: 60-67.

Berry, Donagh P., Mairead L Bermingham, Margaret Good, and Simon J More (2011): *Genetics of animal health and disease in cattle*. Irish Veterinary Journal 64:5. 1-10.

Brade, W. (2008): *Populationsgenetische Grundlagen unter besonderer Berücksichtigung der Theorie der Kreuzungszucht*. Landbauforschung. Sonderheft 322. 57-69.
Legehuhn- und Eierproduktion - Empfehlungen für die Praxis. Hrsg.: Brade, W., Flachowsky, G., Schrader, L..

Brade, W. (2016): *Hochleistende Kühe und deren Milchbestandteile als mögliche Biomarker für das Energiedefizit in der Frühlaktation*. Berichte über Landwirtschaft. Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Band 94. Heft 2.
http://www.buel.bmel.de/index.php/buel/article/view/110/Brade_Biomarker.html

Brandsch, Heinz (1983): Genetische Grundlagen der Tierzüchtung. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena

Brähmig, Jens (2011): *Einfluss der Wechselkreuzung von Deutschen Holsteins und Deutschem Fleckvieh auf Milchleistung und Milchqualität in einem automatischen*

Melksystem. Dissertation LMU München: Lehr- und Versuchsgut Oberschleissheim.

- Brotherstone, S. and M. Goddard (2005): *Artificial selection and maintenance of genetic variance in the global dairy cow population*. Philosophical Transactions of the Royal Society B 360. 1479–1488.
- Bryant, J. R., N. Lopez-Villalobos, J. E. Pryce, C. W. Holmes, D. L. Johnson, und D. J. Garrick (2007): *Short Communication: Effect of Environment on the Expression of Breed and Heterosis Effects for Production Traits*. Journal of Dairy Science. 1548–1553.
- Buckley, F., Lopez-Villalobos, N., Heins, B. (2014): *Crossbreeding: implications for dairy cow fertility and survival*. Animal 8. 122-133.
- Bugislaus, A.-E., Kurts-Ebert, B., Schwerin, M. (2008): *Züchterische Verbesserung der funktionalen Nutzungsdauer beim Rind – Mögliche Ansätze für die Genunterstützte Selektion*. Züchtungskunde 80. 452–460.
- Bundeszentrum für Ernährung (BZfE): *Rinderrassen vorgestellt*. (Stand: 20.04.2016)
<https://www.bzfe.de/inhalt/rinderrassen-vorgestellt-821.html>
- Busch, W. (2004): Jede Kuh jedes Jahr ein Kalb: *Fruchtbarkeitsüberwachung beim Milchrind und Maßnahmen zur Steigerung der Reproduktionsleistung*. Intervet, Unterschleißheim, 34 Seiten; neue Auflage 2015; MSD Tiergesundheit, Unterschleißheim, 44 S.

- Caraviello, Daniel (2004): *Crossbreeding Dairy Cattle*. Dairy Updates, Reproduction and Genetics No. 610, University of Wisconsin - The Babcock Institute.
- Clasen, J.B. E. Norberg, P. Madsen, J. Pedersen, and M. Kargo (2017): *Estimation of genetic parameters and heterosis for longevity in crossbred Danish dairy cattle*. Journal of Dairy Science 100. 6337–6342.
- Coffey, M.P., G. Simm, J.D. Oldham, W.G. Hill, and S. Brotherstone (2004): *Genotype and Diet Effects on Energy Balance in the First Three Lactations of Dairy Cows*. Journal of Dairy Science 87. 4318–4326.
- Der Große Knauer. Lexikon in 20 Bänden (1982): Bd.7. 2888. *Stichwort: Gesundheit*. München.
- De Rensis, F., F. Lopez-Gatius, I. García-Ispuerto, G. Morini, R.J. Scaramuzzi (2017): *Causes of declining fertility in dairy cows during the warm season*. Theriogenology 91. 145-153.
- Dezetter, C., H. Leclerc, S. Mattalia, A. Barbat, D. Boichard, and V. Ducrocq (2015): *Inbreeding and crossbreeding parameters for production and fertility traits in Holstein, Montbéliarde, and Normande cows*. Journal of Dairy Science 98. 4904–4913.
- DGFZ-Projektgruppe „Ökonomie und Tiergesundheit“: Die Tierzucht im Spannungsfeld von Leistung und Tiergesundheit – interdisziplinäre Betrachtungen am Beispiel der Rinderzucht. (Stand 12.05.2013) 1-17
<http://www.dgfz->

bonn.de/stellungnahmen/stellungnahme-nutzungsdauer-rind.html

- Ebertus, R., Schaetz, F., Bach, S. (1983) in: Wörterbuch der Veterinärmedizin. Hrsg.: Wiesner, E. und Ribbeck, R.. 2. Auflage. 1009. *Stichwort: Rastzeit*. VEB Gustav Fischer Verlag Jena.
- Ebertus, R., Bach, S., Schmidt, D. (1983) in: Wörterbuch der Veterinärmedizin. Hrsg.: Wiesner, E. und Ribbeck, R.. 2. Auflage. 1356. *Stichwort: Zwischenträchtigkeitszeit*. VEB Gustav Fischer Verlag Jena.
- Falk, Manuela (2016): "*Kühe haben es gerne Kühl*"
https://die-fruchtbare-kuh.ch/fileadmin/user_upload/customers/swissgenetics/Dokumente/Beratungsartikel/2016/0516_Kuehe_haben_es_gerne_kuehl_DE.pdf
- Fölsche, C. (2012): *Milchleistung als ein Faktor der Tiergesundheit und Fruchtbarkeit*. Dissertation. FU Berlin.
- Freyer, G., S. König, B. Fischer, U Bergfeld, and Cassell B.G. (2008): *Crossbreeding in Dairy Cattle From a German Perspective of the Past and Today*. Journal of Dairy Science. 3725-3743.
- Gravert, H.O. (1996): *Nutzung tiergenetischer Ressourcen in der wirtschaftlich orientierten Tierzucht*. In: Schriften zu genetischen Ressourcen, Band 5, Vergleichende Aspekte der Nutzung und Erhaltung pflanzen- und tiergenetischer Ressourcen – Nutztiere – Tagungsband eines Symposiums vom 7. bis 9. Oktober 1996 in Mariensee, 152-157.

- Greenough, P.R., A.D. Weaver, D.M. Broom, F.A., R.J. Esslemont, Galindo F.A. (1997): *Basic Concepts of Bovine Lameness*. In: Lameness in Cattle (Chapter 1), 3rd edition, e.d. P.R. Greenough, A.D. Weaver, 3-13, Philadelphia, W.B. Saunders
- Hammond, J., I. Johansson, F. Haring (1959): *Handbuch der Tierzucht*. Bd. 2: Haustiergenetik. Paul Parey Verlag, Hamburg-Berlin
- Hartmann, K. (2010): *Genetische Diversität bei europäischen, asiatischen und afrikanischen Schaf- und Ziegenrassen am k-Kasein-(CSN3) und Interleukin-2-Genort (IL 2)*. Dissertation. JLU Giessen.
- Heins, B. J., and L. B. Hansen (2012): *Short communication: Fertility, somatic cell score, and production of Normande × Holstein, Montbéliarde × Holstein, and Scandinavian Red × Holstein crossbreds vs. pure Holsteins during their first 5 lactations*. Journal of Dairy Science. 918 - 924.
- Hill, W. G. (1971): *Theoretical aspects of crossbreeding*. Annales de Génétique et de Sélection Animale. 23-24.
- Jahnke, B., J. Wolf, und E. Kobus (2002): *Sicherung einer guten Fruchtbarkeit in Hochleistungsberden*. http://www.portal-rind.de/data/artikel/39/forschungsbericht_reproduktion_fzt.pdf
- Kieler, K. C. (2003): *The Effects of Crossbreeding on Dairy Cattle Reproduction*. Master-Thesis, University of Wisconsin-Platteville.
- Kinghorn, B. (2010): *Mating Systems*, In: Encyclopedia of Animal Science, Second Edition, 1: 1, 744-747.

- Kronberger, H. (1983) in: Wörterbuch der Veterinärmedizin, Hrsg.: Wiesner, E. und Ribbeck, R. 2. Auflage. 454. *Stichwort: Gesundheit*. VEB Gustav Fischer Verlag Jena.
- Lederer, Josef A. (2005): *Kreuzungszucht bei Milch- und Zweinutzungsrassen*. Kreuzungszucht und Heterosis, 37-51. Zentrale Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter (ZAR), Salzburg <https://www.zar.at/dam/jcr:3dea28e2-f33e-4255-8157-f906ca2157e5/ZAR-Seminar%202005.pdf>.
- Leifker, A. (2009): *Kreuzungstrend erfasst auch Deutschland*. Rind - 2/2009 top agrar online. <https://www.topagrar.com/archiv/Kreuzungstrend-erfasst-auch-Deutschland-194038.html>
- Lopez-Villalobos, N., und D. J. Garrick (2002): „*Economic Heterosis and Breed Complementarity for Dairy Cattle in New Zealand*.“ Proc. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August, Frankreich
- Lotthammer, Karl, und Gerhard Wittkowski (1994): *Fruchtbarkeit und Gesundheit der Rinder: Gesundheitsmanagement in der Rinderproduktion*. Verlag Eugen Ulmer.
- Mansfeld, Rolf, Aart de Kruif, und Martina Hoedemaker (2014): *Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind*. 3. Auflage. Stuttgart: Enke Verlag.
- Martens, H. (2012): *Die Milchkuh – Wenn die Leistung zur Last wird!* 39. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2012. 35-42. Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein.

<https://www.raumberg-gumpenstein.at/cm4/de/forschung/publikationen/downloadsveranstaltungen/finish/555-viehwirtschaftstagung-2012/4952-die-milchkuh-wenn-die-leistung-zur-last-wird.html>

- Mertens, J., Klemm, R., Fischer, R. (2011): *Züchtungsökonomische Bewertung von Verfahren der Kreuzungszucht beim Milchrind*. Schriftenreihe 13/2011. 2-39. Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), Freistaat Sachsen.
- Montgomerie, W.A. (2002): *Experiences with dairy cattle crossbreeding in New Zealand*. Paper prepared for the 53rd Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Cairo, 1-4 September 2002, 12 pages
- MSD Tiergesundheit PARTNERS IN REPRODUCTION (o.J.).
http://www.fruchtbarkeitsmanagement.de/einfuehrung/retrospektive_kennzahlen.asp
- Petraškienė, Rasa, Nijolė Pečiulaitienė, and Vigilijus Jukna (2013): *Crossbreeding influence of Dairy Breeds Cattle on average of lactation length and on average of productivity*. Veterinarija ir Zootechnika (Vet Med Zoot). 64(86). 65-69.
- Pieper, L. (2010): *Einfluss von Fütterung und Genetik auf die Tiergesundheit und klinische Laborparameter in einem ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieb*. Dissertation. FU Berlin.
- Platen, Matthias (1997): *Physiologie und Management der Beziehungen zwischen Fruchtbarkeit und Milchproduktion*

bei Hochleistungskühen. Diss. Berlin: Humboldt-Universität.

- Rickerts, F. K. (2014): Leading Edge Milchproduktion in Schleswig-Holstein: *Eine normative Analyse für einen typischen Betrieb.* Masterarbeit. CAU Kiel.
<http://www.agric-econ.uni-kiel.de/de/Arbeiten/2014/MA2014RickertsLB.pdf>
- Römer, A. (2011): *Untersuchungen zur Nutzungsdauer bei Deutschen Holstein Kühen.* Züchtungskunde 83. 8-20.
- Rossow, N. (2008): *Stößt die Leistung der Milchkühe an ihre Grenzen?*
<https://einmalmelken.jimdo.com/ein-mal-melken/>
- Rudolphi, B. (2012): *Verbesserung der Gesundheit, Nutzungsdauer und Lebensleistung von Milchkühen durch Einbeziehung zusätzlicher funktionaler Merkmale in die Selektion.* Forschungsbericht Nr. 2/26.
 Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei, Mecklenburg-Vorpommern.
<http://docplayer.org/44444868-Verbesserung-der-gesundheit-nutzungsdauer-und-lebensleistung-von-milchkuehen-durch-einbeziehung-zusaetzlicher-funktionaler-merkmale-in-die-selektion.html>
- Sørensen, M.K. (2007): *Crossbreeding – An Important Part of Sustainable Breeding in Dairy Cattle and Possibilities for Implementation.* In: Proceedings "Crossbreeding of Dairy Cattle: The Science and the Impact." 4th Biennial W.E. Petersen Symposium. St. Paul, MN, USA, 02nd April, 29-40.
- Sørensen, M. K., E. Norberg, J. Pedersen, und L. G. Christensen (2008): *Invited Review: Crossbreeding in*

Dairy Cattle: A Danish Perspective. Journal of Dairy Science. 4116–4128.

Sächsischer Rinderzuchtverband e.G. (2013):

Zuchtbuchordnung - Abteilung Milchrinder. Meißen, Sachsen, August.

Sambras, H. H. (1996): *Atlas der Nutztierassen.* 5. Auflage. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart.

Schaetz, F. (1983): in: Wörterbuch der Veterinärmedizin, Hrsg.: Wiesner, E. und Ribbeck, R.. 2. Auflage. 415. *Stichwort: Fruchtbarkeit.* VEB Gustav Fischer Verlag Jena.

Schaetz, F., Schmidt, D. (1983) in: Wörterbuch der Veterinärmedizin, Hrsg.: Wiesner, E. und Ribbeck, R.. 2. Auflage. 1356. *Stichwort: Zwischenkalbezeit.* VEB Gustav Fischer Verlag Jena.

Schichtl, Verena (2007): *Einfluss der Kreuzung von Deutschen Holsteins und Deutschem Fleckvieh auf Milchleistung, Milchqualität und allgemeine Gesundheitsmerkmale in einem automatischen Melksystem.* Dissertation München, Bayern: Ludwig-Maximilians-Universität.

Schlipf, J. A. (1898): *Schlipf's populäres Handbuch der Landwirtschaft.* 13. Auflage. Verlagsbuchhandlung Paul Parey. Berlin.

Schmidt, D. (1983) in: Wörterbuch der Veterinärmedizin, Hrsg.: Wiesner, E. und Ribbeck, R. 2. Auflage. 356. *Stichwort: Erstkalbealter.* VEB Gustav Fischer Verlag Jena.

Schmidt, D. (1983) in: Wörterbuch der Veterinärmedizin, Hrsg.: Wiesner, E. und Ribbeck, R. 2. Auflage. 1054.

Stichwort: Rückkreuzung, wiederholte. VEB Gustav Fischer Verlag Jena.

Schmidt, D. (1983) in: Wörterbuch der Veterinärmedizin, Hrsg.: Wiesner, E. und Ribbeck, R.. 2. Auflage. 1219. *Stichwort: Tierzüchtung.* VEB Gustav Fischer Verlag Jena.

Schmiedel, C. (2008): *Einfluss ausgewählter Erkrankungen auf die Ökonomie in der Milchviehhaltung.* Dissertation. FU Berlin.

Schwab, Maximiliane (2010): *Staatsgut Schleißheim 1810 - 2010: 200 Jahre im Dienst der landwirtschaftlichen und tiermedizinischen Forschung.* Dissertation, LMU München: Tierärztliche Fakultät. AVM – Akademische Verlagsgemeinschaft München, ISBN 978-3-86924-697-0

Schweizer, Helen, M. Bernau, A.M. Scholz (2018): *Comparison of performance and health parameters of German and New Zealand dairy cows.* Proceedings of the World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Auckland, New Zealand, 11.669, February 11-16.

Simms, D. D., K. O. Zoellner, and R. R. Schalles, R.R. (1990): *Crossbreeding Beef Cattle.* Cooperative extension service Manhattan, Kansas, USA, C-714

Stangassinger, M. (2007): *Gibt es für Milchkühe eine Leistungsgrenze?* 8. Jahrestagung - Poing (Grub) 17./18.10.2007. Wissenschaftliche Gesellschaft der Milcherzeugerberater e. V. 1-10.
<https://www.wgmev.de/download/jahrestagungen.html?task=document.viewdoc&id=85>

- Staufenbiel, R. (2001): *Sind unsere Hochleistungskühe noch gesund? Eine kritische Betrachtung am Beispiel der Ketose.* Milchpraxis. Heft 2. 46-49.
- Staufenbiel, R. (2013): *Zusammenhänge zwischen Milchleistungshöhe, Fruchtbarkeit, Tiergesundheit und Zuchtfortschritt.* Vortrag. http://www.tgdsachsen-anhalt.de/rind/fachbtrg/020/Vortrag_Staufenbiel_05112013.pdf
- StMELF (2018): *Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.* Zugriff am 2. Januar 2018. <http://www.stmelf.bayern.de/landwirtschaft/tier/000775/>.
- Swalve, H. H. (2004): *Kreuzungszucht als alternativer Ansatz in der Milchrinderzucht.* Züchtungskunde 76. 412-420.
- Swalve, H. H. (2007): *Crossbreeding in dairy cattle: International trends and results from crossbreeding data in Germany.* Lohmann Information 42 (2). 38-46.
- Swalve, H. H. (2012): *Aktueller Stand der züchterischen Verbesserung von Gesundheit und Funktionalität beim Nutztier.* Züchtungskunde 84. 32-38.
- Swalve, H. H., Bergk, N., Solms-Lich, P. (2008): *Kreuzungszucht beim Milchrind – Ergebnisse aus einem Praxisbetrieb.* Züchtungskunde 80. 429-442.
- Top agrar online: *Reinzucht oder Kreuzungszucht – wie geht es weiter?* Rind - Ausgabe 10/2006. <https://www.topagrar.com/suche.html?action=suche&text=%22Reinzucht- oder- Kreuzungszucht-wie+geht+-es-weiter%22>

- Touchberry, R. W. (1992): *Crossbreeding Effects in Dairy Cattle: The Illinois Experiment*. Journal of Dairy Science. 640-667.
- Travers, A. and Muskhelishvili, G. (2015): *DNA structure and function*. Review Article, FEBS Journal, 1-17, doi: 10.1111/febs.13307
- Ulbricht, K. (2016): *Analyse der genetischen Beziehungen zwischen Merkmalen der Eigenleistungsprüfung von Jungbulln und der Nachkommenschaftsprüfung beim Deutschen Holstein*. Dissertation. Universität Kaposvar (Ungarn).
- Wangler, Anke, Elke Blum, Inge Böttcher und Sanftleben, P. (2009): *Lebensleistung und Nutzungsdauer von Milchkühen aus der Sicht einer effizienten Milchproduktion*. Züchtungskunde 81. 341–360.
- Wehrend, A. (2014): *Kennzahlen zur Fruchtbarkeit und deren Interpretation*. 6. Tierärztetagung 2014. 5-8. Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein. <https://www.raumberg-gumpenstein.at/cm4/de/forschung/publikationen/downloadsveranstaltungen/finish/1910-tagung-tieraerztliche-bestandsbetreuung-2014/16871-kennzahlen-zur-fruchtbarkeit-und-deren-interpretation.html>.
- Weigel, K.A., and K. A. Barlass (2003): *Results of a producer survey regarding crossbreeding on US dairy farms*. Journal of Dairy Science 86. 4148–4154.
- Willer, S. (1983) in: Wörterbuch der Veterinärmedizin, Hrsg.: Wiesner, E. und Ribbeck, R. 2. Auflage. 1054.

Stichwort: Rückkreuzung. VEB Gustav Fischer Verlag Jena.

VanRaden, P. M., und A. H. Sanders (2003): *Economic Merit of Crossbred and Purebred US Dairy Cattle*. Journal of Dairy Science. 1036 - 1044.

Zollitsch, Werner, Marco Horn, Rupert Pfister, Hannes Rohrer, und Andreas Steinwidder (2016): *Welche Kühe brauchen Low-Input Erzeuger? Ergebnisse aus einer internationalen Studie*. Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft. Raumberg-Gumpenstein. 37-40.

IX. Danksagung

Für die Überlassung der Doktorarbeit möchte ich mich bei meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. A. M. Scholz bedanken, vor allem für seine allgegenwärtige, freundliche und kompetente Unterstützung. Ohne diese große Hilfe wäre es nie möglich gewesen die Arbeit in dieser Zeit zu bewältigen.

Bei meiner Familie insbesondere meinen Eltern, Laura und Albert Diepold möchte ich mich für all ihren Beistand vor allem während des Studiums, sei es in seelischer oder finanzieller Form, herzlich bedanken. Ohne euren Rückhalt hätte ich meine Ziele niemals erreicht. Ein riesiges Dankeschön geht auch an meine Großmutter Ingrid Lang welche mir viele Situationen im Leben erheblich erleichtert. Sie steht mir bis zum heutigen Tag, immer mit Rat und Tat zur Seite, hat immer ein offenes Ohr für mich und meine Sorgen und stärkt mich in jeder Lebenslage wie auch hier bei meiner Dissertation, danke Oma!

Mein ganz großer Dank geht an meine Ehefrau, Magdalena Diepold, welche mich während des Studiums in Budapest sowie in München und der Promotionsarbeit an meinen schlechten Tagen immer wieder auffing, mich motivierte und mir Mut zugesprochen hat. Auch sie hat sehr viel dazu beigetragen, dass ich mich in Ruhe dieser Arbeit widmen konnte, da sie sich währenddessen liebevoll um unsere Kinder Anton und Alois kümmerte.

Zu guter Letzt möchte ich mich bei meinem Freund Andreas Hofmann bedanken, der mir eine riesen Hilfe bei

der Übersetzung ins Englische war. Andi auch dir dafür ein
herzliches Vergelts' Gott!